

Minimización y gestión de residuos de derrames de hidrocarburos

Directrices de buenas prácticas para el personal de manejo de impactos y respuesta a emergencias



IPIECA

La asociación de la industria global del petróleo y del gas para cuestiones medioambientales y sociales

14th Floor, City Tower, 40 Basinghall Street, Londres EC2V 5DE, Reino Unido
Teléfono: +44 (0)20 7633 2388 Fax: +44 (0)20 7633 2389
Correo electrónico: info@ipieca.org Sitio web: www.ipieca.org



Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas

Oficina registrada

14th Floor, City Tower, 40 Basinghall Street, Londres EC2V 5DE, Reino Unido
Teléfono: +44 (0)20 3763 9700 Fax: +44 (0)20 3763 9701
Correo electrónico: reception@iogp.org Sitio web: www.iogp.org

Oficina de Bruselas

Boulevard du Souverain 165, 4th Floor, B-1160 Bruselas, Bélgica
Teléfono: +32 (0)2 566 9150 Fax: +32 (0)2 566 9159
Correo electrónico: reception@iogp.org

Oficina de Houston

10777 Westheimer Road, Suite 1100, Houston, Texas 77042, Estados Unidos
Teléfono: +1 (713) 470 0315 Correo electrónico: reception@iogp.org

Informe de IOGP N.º 507

Fecha de publicación: Abril de 2014

© IPIECA-IOGP 2014 Todos los derechos reservados.

Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse, almacenarse en un sistema de recuperación ni transmitirse de ninguna forma ni por ningún medio, ya sea electrónico, mecánico, de fotocopiado, grabación u otro modo, sin el consentimiento previo de IPIECA.

Descargo de responsabilidad

Si bien se han realizado todos los esfuerzos posibles para garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni IPIECA, IOGP ni ninguno de sus miembros pasados, presentes o futuros garantizan su exactitud; y tampoco, independientemente de la posible negligencia de los mencionados, asumirán ninguna responsabilidad por cualquier uso previsto o imprevisto que se haga de esta publicación. Por consiguiente, dicho uso se hará bajo el riesgo propio del receptor, teniendo en cuenta que cualquier uso por parte del receptor constituye un acuerdo con los términos de este descargo de responsabilidad. La información contenida en esta publicación no pretende ser una asesoría profesional de los diversos contribuidores de contenidos y ni IPIECA, IOGP ni sus miembros aceptan ningún tipo de responsabilidad por las consecuencias del uso o mal uso de tal documentación. Este documento puede proporcionar orientación que sea complementaria a los requisitos de la legislación local. Sin embargo, nada de su contenido pretende sustituir, enmendar, anular o de algún otro modo alejarse de dichos requisitos. En el caso de que exista un conflicto o contradicción entre las estipulaciones de este documento y la legislación local, prevalecerán las leyes aplicables.

Minimización y gestión de residuos de derrames de hidrocarburos

Directrices de buenas prácticas para el personal
de manejo de impactos y respuesta a emergencias

Prólogo

Esta publicación es parte de la serie Guía de buenas prácticas de IPIECA-IOGP, que resume los puntos de vista actuales sobre las buenas prácticas con relación a una variedad de temas sobre preparación y respuesta ante derrames de hidrocarburos. La serie pretende contribuir a alinear las prácticas y actividades de la industria, informar a los grupos de interés y servir como herramienta de comunicación para fomentar la conciencia y la educación.

La serie actualiza y sustituye la consolidada "Serie de informes sobre derrames de hidrocarburos" de IPIECA, que se publicó entre 1990 y 2008. Aborda temas que son ampliamente aplicables tanto a la exploración como a la producción, así como a las actividades de navegación y transporte.

El JIP se estableció en 2011 para implementar oportunidades de aprendizaje con respecto a la preparación y respuesta ante derrames de hidrocarburos, después del incidente en abril de 2010 con el control del pozo petrolífero en el Golfo de México.

La serie original de informes de IPIECA será retirada progresivamente a medida que se vayan publicando los diversos títulos de esta nueva serie de Guía de Buenas Prácticas durante 2014–2015.

Nota sobre las buenas prácticas

"Buenas prácticas" en el contexto del JIP es una declaración de directrices, prácticas y procedimientos reconocidos internacionalmente que capacitarán al sector del petróleo y del gas para tener un nivel de desempeño aceptable en lo que concierne a la salud, la seguridad y el medio ambiente.

El concepto de buena práctica para un tema en particular cambiará con el tiempo a la luz de los avances tecnológicos, la experiencia práctica y la comprensión científica, así como los cambios en el entorno político y social.

Contenido

| | | | |
|--|-----------|--|-----------|
| Prólogo | 2 | Referencias y lecturas adicionales | 44 |
| ¿Por qué es necesario contar con buenas prácticas para la gestión de residuos de derrames de hidrocarburos? | 4 | Apéndice A: Ejemplo de la estructura de un plan de gestión de residuos de derrames de hidrocarburos | 45 |
| Consideraciones generales para la gestión de residuos | 8 | Apéndice B Ejemplo de nota de envío de residuos peligrosos | 48 |
| Contexto reglamentario | 8 | Terminología y abreviaturas | 49 |
| Jerarquía de residuos | 9 | Agradecimientos | 49 |
| Minimización | 10 | Estudios de casos | |
| Evaluación de riesgos y selección de opciones | 11 | Estudio de caso 1: La legislación en el Reino Unido | 8 |
| Separación | 12 | Estudio de caso 2: Separación de los residuos | 13 |
| Contaminación secundaria | 13 | Estudio de caso 3: Gestión de residuos del derrame en tierra de un oleoducto | 20 |
| Salud y seguridad | 14 | Estudio de caso 4: Interacción entre la gestión de recursos y las estrategias de limpieza | 23 |
| Estrategia de gestión de residuos | 15 | Estudio de caso 5: Plan de gestión de residuos, algunas consideraciones detalladas | 26 |
| Relación entre las estrategias de limpieza y de gestión de residuos | 15 | Estudio de caso 6: Tratamiento y eliminación de residuos: exploración de las “alternativas verdes” | 41 |
| Tipos de residuos | 18 | | |
| Cantidades de los residuos | 19 | | |
| Objetivos y estrategia/política de la gestión de residuos | 22 | | |
| Planificación de la gestión de residuos de derrames de hidrocarburos | 24 | | |
| Plan de gestión de residuos de derrames de hidrocarburos | 24 | | |
| Plan de gestión de residuos, los detalles | 26 | | |
| Documentación, mantenimiento de registros y gestión de datos | 27 | | |
| Recolección y almacenamiento de residuos | 28 | | |
| Recolección de residuos | 28 | | |
| Almacenamiento temporal <i>in situ</i> /cerca del sitio | 28 | | |
| Almacenamiento intermedio | 30 | | |
| Almacenamiento a largo plazo | 32 | | |
| Transporte de residuos | 34 | | |
| Envío de residuos | 35 | | |
| Tratamiento previo, tratamiento y eliminación final de residuos | 36 | | |
| Gestión de residuos, acciones de la respuesta inicial | 42 | | |
| Conclusiones | 43 | | |

¿Por qué es necesario contar con buenas prácticas para la gestión de residuos de derrames de hidrocarburos?

La respuesta ante un derrame de hidrocarburo a menudo da como resultado una rápida generación y acumulación de grandes cantidades de residuos de hidrocarburo. El hidrocarburo emulsionado, la arena, la grava o los desechos atrapados e impregnados de hidrocarburos pueden aumentar el volumen de los residuos hasta multiplicar varias veces el volumen del derrame original. Estos residuos a menudo superan la capacidad de la infraestructura para la gestión de residuos disponible a nivel local. Consecuentemente, la gestión de los residuos impregnados de hidrocarburos y de otros residuos relacionados con la operación de respuesta puede convertirse en el aspecto del derrame de hidrocarburo que más tiempo requiere y el más costoso de todos.

La gestión de los residuos de un derrame de hidrocarburos implica la configuración de una cadena logística para transferir los residuos de una manera segura desde el punto de recuperación hasta las instalaciones de reciclaje o eliminación finales. En la mayoría de los casos, esto implica el establecimiento de una infraestructura temporal a lo largo de la cadena. Se debe establecer rápidamente la cadena y adecuarse a las necesidades específicas del incidente de derrame. De no hacerse así, se puede crear un cuello de botella que obstaculiza la eficiencia de la operación de recuperación y que puede generar riesgos adicionales de daños medioambientales e incrementar los costos.

La estrategia y el plan para la gestión de residuos son componentes fundamentales de cualquier plan de contingencias para derrames de hidrocarburos y acción de respuesta. La estrategia de limpieza y de gestión de residuos son interdependientes y se debe desarrollar cada una considerando el impacto que puede tener en la otra. Un plan de gestión de residuos bien desarrollado aborda los siguientes componentes: medidas para la minimización de los componentes; oportunidades de recuperación y reciclaje de residuos; eliminación de residuos segura desde el punto de vista medioambiental; y una cadena logística que consta de sitios de almacenamiento temporal y transporte que sean seguros y estén adecuadamente diseñados, que puedan interactuar con la infraestructura existente para la eliminación de residuos disponible. Los recursos disponibles, en términos de equipo físico y personal, así como del grado de capacitación del personal de la organización y de las cuadrillas de limpieza, complementarán el plan.

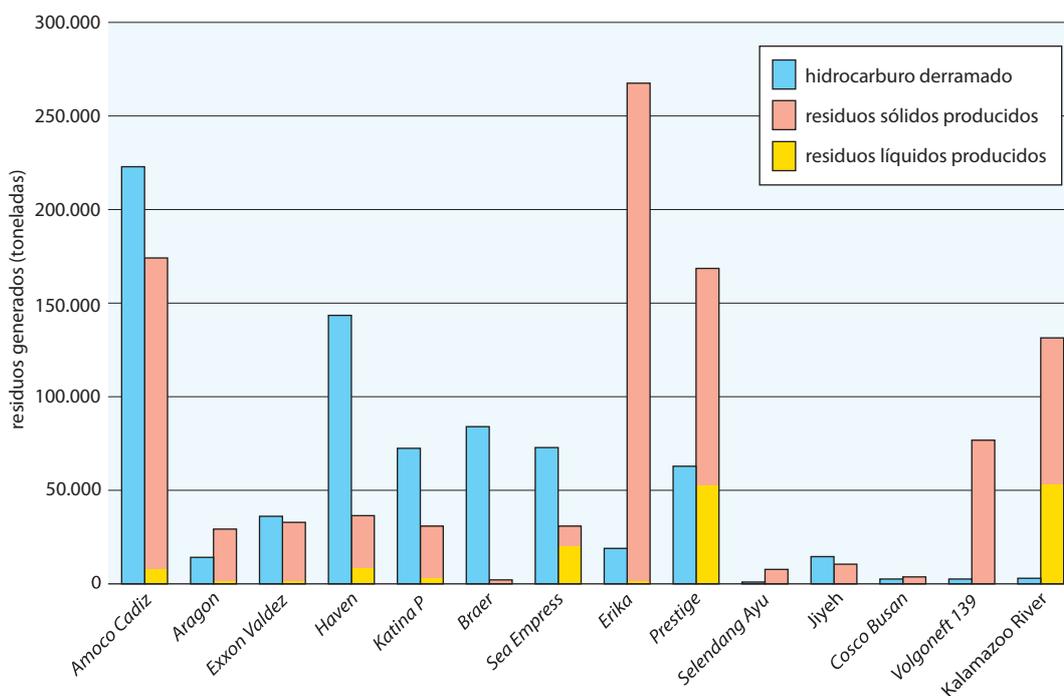
Cuando se desconoce la ubicación del impacto del derrame de hidrocarburos, no es posible definir la ubicación precisa de la infraestructura de residuos para apoyar la respuesta ante el derrame. Sin embargo, es importante identificar, antes de que un derrame ocurra, la naturaleza y la ubicación de la infraestructura dentro del área en riesgo, y esbozar la estrategia de gestión de residuos y el plan para complementar esta infraestructura existente. Este ejercicio destacará cualquier barrera o vacíos que pudieran existir en la disponibilidad de equipo o personal, de forma que se puedan abordar antes de la ocurrencia de un derrame. Se debe verificar la adecuación de las instalaciones existentes para gestionar los residuos, así como confirmar en el proceso la existencia y la validez de las licencias adecuadas. También se debe establecer la filosofía para la selección de los sitios de almacenamiento e identificar las posibles restricciones. Al momento de un derrame, el plan de gestión de residuos se perfecciona para reflejar las circunstancias actuales; se deben elegir los sitios para el almacenamiento temporal y las instalaciones para la eliminación final, así como volver a confirmar las medidas para recuperar/reciclar los residuos.

El objetivo de este documento es introducir al lector en los principios implicados en la consideración de cada uno de los aspectos de la gestión de residuos destacados anteriormente. Estos principios son importantes tanto para derrames costa afuera como en tierra en todo el mundo, así como para operaciones de suministro (upstream) y producción (downstream) y actividades de producción, procesamiento, refinación, transporte y almacenamiento. Se pueden encontrar fuentes adicionales de información más detallada en la sección de *Referencias y lecturas adicionales* en la página 44.

Cuando ocurre un derrame, el principal objetivo de la organización de respuesta es minimizar el daño potencial a la población y el medio ambiente por el hidrocarburo derramado. Las diferentes técnicas de respuesta y de limpieza disponibles para ello se abordan en detalle en otras publicaciones de la serie de guías de buenas prácticas de IPIECA-IOGP. Muchas de las técnicas necesarias provocan la acumulación de grandes volúmenes de materiales residuales impregnados de hidrocarburos en un corto tiempo.

Los datos históricos muestran que los derrames de hidrocarburos que afectan las costas pueden, en casos extremos, producir hasta 30 o 40 veces más residuos que el volumen del hidrocarburo derramado originalmente (ver Figura 1). Se debe notar que una cantidad importante de derrames menores han generado grandes cantidades de residuos.

Figura 1 Comparación de cantidades de hidrocarburos derramados y de residuos producidos para derrames históricos seleccionados



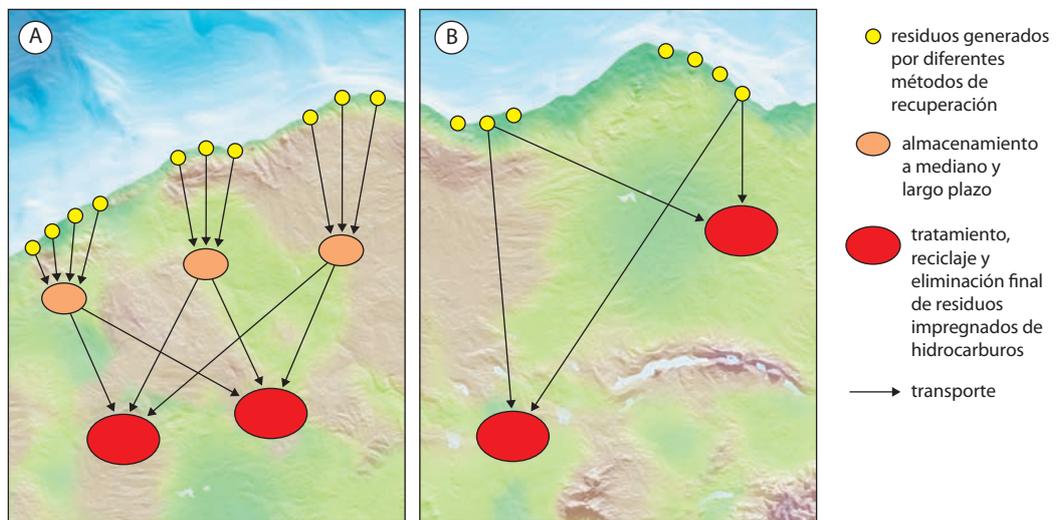
El volumen de los residuos generados durante un lapso breve es a menudo mayor que lo que la infraestructura existente puede gestionar. La gestión y el movimiento seguros y eficientes de este material residual a un sitio donde se pueda tratar, reutilizar, reciclar o eliminar es un elemento importante de la respuesta. Una mala gestión de los residuos puede obstruir la iniciativa de limpieza, al prolongar el proceso y, en potencia, introducir contaminación secundaria que podría aumentar el impacto de un derrame de hidrocarburos. La gestión y la eliminación final de los residuos puede requerir más tiempo que cualquiera de las operaciones de la respuesta, en ocasiones años desde la fecha del derrame. Hasta la eliminación final, persiste un mayor grado de riesgo medioambiental y para la salud asociado con la manipulación y el almacenamiento de los materiales residuales. Además, ciertas opciones de eliminación (por ejemplo, vertederos) pueden asociarse con un posible riesgo de responsabilidad medioambiental. La gestión de todos los residuos de cualquier derrame de hidrocarburos debe, por lo tanto, ser considerada como una gran prioridad, y se debe establecer la planificación previa para minimizar los efectos potenciales.

Los residuos de un evento de limpieza de un derrame de hidrocarburos generalmente siguen la cadena de transferencia física que se ilustra en la Figura 2. En este modelo, el material impregnado de hidrocarburos se transfiere del sitio de limpieza a las instalaciones de tratamiento, reciclaje o eliminación final, con o sin la necesidad de una serie de sitios de almacenamiento temporal con transporte entre ellos.

Figura 2 Modelos típicos de logística de gestión de residuos que muestran las etapas desde la generación del residuo hasta su eliminación final, de la forma que se expone en este documento. Los modelos de logística aplican por igual a un derrame costa afuera que a uno en tierra, en que el hidrocarburo entra a un lago o un río.

A: un área/evento en donde la cantidad de residuos supera la capacidad preexistente de la infraestructura

B: Un área en donde la capacidad de la infraestructura existente es suficiente para permitir la transferencia directamente desde el sitio del derrame hasta las instalaciones de tratamiento, reciclaje y eliminación. (Para fines de sencillez en el diagrama, en este caso solo se representan las rutas de sitios seleccionados).



Los modelos de la Figura 2 se aplican igualmente a derrames costa afuera, cerca de la costa y en tierra; en el último caso en particular donde el hidrocarburo entra a un cuerpo de agua como un lago o un río. La mencionada situación se ilustra en el estudio de caso del derrame del oleoducto del río Kalamazoo (estudio de caso 3 en la página 20).

Es fundamental que los planes de contingencias para derrames de hidrocarburos incluyan la disposición adecuada para la gestión de residuos. Además, es un requisito básico que, tan pronto como el incidente haya ocurrido, se tomen las decisiones correctas y se confirmen y se pongan en acción los planes de contingencias para derrames de hidrocarburos. Esto apoyará la gestión correcta de residuos y la operación de limpieza que minimizará el impacto medioambiental y, subsecuentemente, los costos de la respuesta.

Este documento tiene como objetivo ofrecer información acerca de los problemas de la gestión de residuos relacionados con la limpieza de un derrame de hidrocarburos. Aborda los principios generales de la gestión de residuos, y la planificación de la gestión de residuos como parte del proceso de planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos y da seguimiento al procesamiento de los residuos a través de cada etapa de este modelo. Este documento se divide en siete secciones principales:

1. **Consideraciones generales para la gestión de residuos:** describe ciertos principios básicos que pueden servir de guía para los objetivos y el proceso de toma de decisiones para la tarea de gestión de residuos.
2. **Estrategia de gestión de residuos:** explica la estrecha relación entre las estrategias de limpieza y gestión de residuos, aborda los tipos y cantidades de residuos que se pueden encontrar y analiza el proceso de establecimiento de la estrategia/política de gestión de residuos.

3. **Planificación de la gestión de residuos de derrames de hidrocarburos:** el plan detalla la forma en que los objetivos de la gestión de residuos se logran y por parte de quién, y describe los procesos y procedimientos para abordar la incertidumbre.
4. **Recolección y almacenamiento de residuos**
5. **Transporte de residuos**
6. **Tratamiento previo, tratamiento y eliminación final de residuos**
7. **Gestión de residuos: acciones de la respuesta inicial:** aborda las medidas tempranas que se deben adoptar en el caso de un derrame de hidrocarburos que ayudan a perfeccionar el plan de gestión de residuos y a movilizar los recursos de una forma oportuna

Los principios descritos en este documento se pueden aplicar a derrames costa afuera, cerca de la costa y en tierra, a operaciones de exploración y operación y al transporte de hidrocarburos por buque tanque u oleoducto y operaciones de procesamiento como las actividades de refinerías. Los estudios de casos de gestión de residuos que describen respuestas a derrames históricos se utilizan para ilustrar ciertos puntos destacados en este documento y para ofrecer ilustraciones prácticas de los desafíos de la gestión de recursos inherentes a las operaciones de respuesta a derrames de hidrocarburos.

Consideraciones generales para la gestión de residuos

Al diseñar e implementar una estrategia y un plan para la gestión de residuos, se deben tomar en cuenta una cantidad de principios básicos y el contexto en el cual la estrategia y el plan se ubican.

Contexto reglamentario

El contexto reglamentario preciso en el cual se llevan a cabo las operaciones de gestión del derrame difieren en función de su ubicación geográfica. Sin embargo, en general, los materiales impregnados de hidrocarburos que se clasifican como residuos también se clasifican como de naturaleza peligrosa.

En un contexto internacional, se aplica la Convención de Basel acerca del control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación (1989). Bajo esta convención, los residuos impregnados de hidrocarburos se clasifican como peligrosos y, por lo tanto, están sujetos a las disposiciones de la Convención. Estas requieren que cualquier plan para transferir residuos impregnados de hidrocarburos a nivel internacional debe ser firmado por la Convención, debe cumplir con las disposiciones de la Convención, incluido el otorgamiento de permisos gubernamentales para el envío y el recibo transfronterizos.

A nivel nacional, es posible que el esquema conceptual reglamentario abarque algunas, si no todas, las acciones y actividades relacionadas con la gestión y el procesamiento de residuos relacionados con derrames de hidrocarburos. Esto puede incluir las actividades de separación, almacenamiento, transporte, tratamiento y eliminación de materiales residuales impregnados de hidrocarburos. Por lo tanto, es fundamental que los equipos de respuesta que participan en el proceso de toma de decisiones estén conscientes de la legislación vigente respecto de cualquier aspecto de su cadena de gestión de residuos. Deben consultar y enlazarse de manera regular con los representantes relevantes de los organismos reglamentarios, algunos de los cuales pueden estar involucrados en los equipos de respuesta.

ESTUDIO DE CASO 1: LA LEGISLACIÓN EN EL REINO UNIDO

El Reino Unido es miembro de la Unión Europea, y todos los residuos peligrosos en el Reino Unido son controlados estrictamente por la Directiva del Consejo Europeo 91/689/EEC acerca de residuos peligrosos, enmendada por la Directiva 2008/98/EC, la directiva del esquema conceptual para los residuos. Las regulaciones acerca de residuos especiales de 1996 y las subsecuentes enmiendas implementan la Directiva de residuos peligrosos en el Reino Unido. Los residuos de derrames de hidrocarburos se consideran residuos peligrosos en virtud de estas regulaciones. Un sistema de notas de envío y licencias, administrado por el organismo medioambiental, garantiza el rastreo de los residuos desde el punto de generación hasta el punto de eliminación. Por lo tanto, el almacenamiento temporal y el transporte de todos los residuos de derrames de hidrocarburos se deben documentar y autorizar cuidadosamente. Aunque esta legislación específica no aplica directamente a otras jurisdicciones legales, puede considerarse como un sistema de buenas prácticas para cualquier situación de derrames.

Al enfrentar derrames menores, estas regulaciones no deben presentar dificultades, ya que es probable que haya transportes con la licencia adecuada para residuos peligrosos y rutas de almacenamiento y eliminación para gestionar los

residuos. Sin embargo, pueden surgir dificultades prácticas, cuando ocurre un derrame mayor. Las rutas de eliminación normales pueden saturarse y se deben identificar nuevos transportes y sitios de almacenamiento temporal. Se tendrán que expedir o verificar la validez de las licencias antes de usarse, lo que casi con certeza obstruirá la operación de limpieza. Depende de las autoridades relevantes (en el Reino Unido, la autoridad local y la Agencia medioambiental) colaborar para resolver este problema. Para ayudar en esto, la directiva de residuos peligrosos declara que:

“En casos de emergencia o grave peligro, los Estados miembro tomarán todas las medidas necesarias, incluidas cuando resulte necesario, las derogaciones temporales... para garantizar que los residuos peligrosos sean gestionados de tal forma que no constituyan una amenaza a la población o al medio ambiente”.

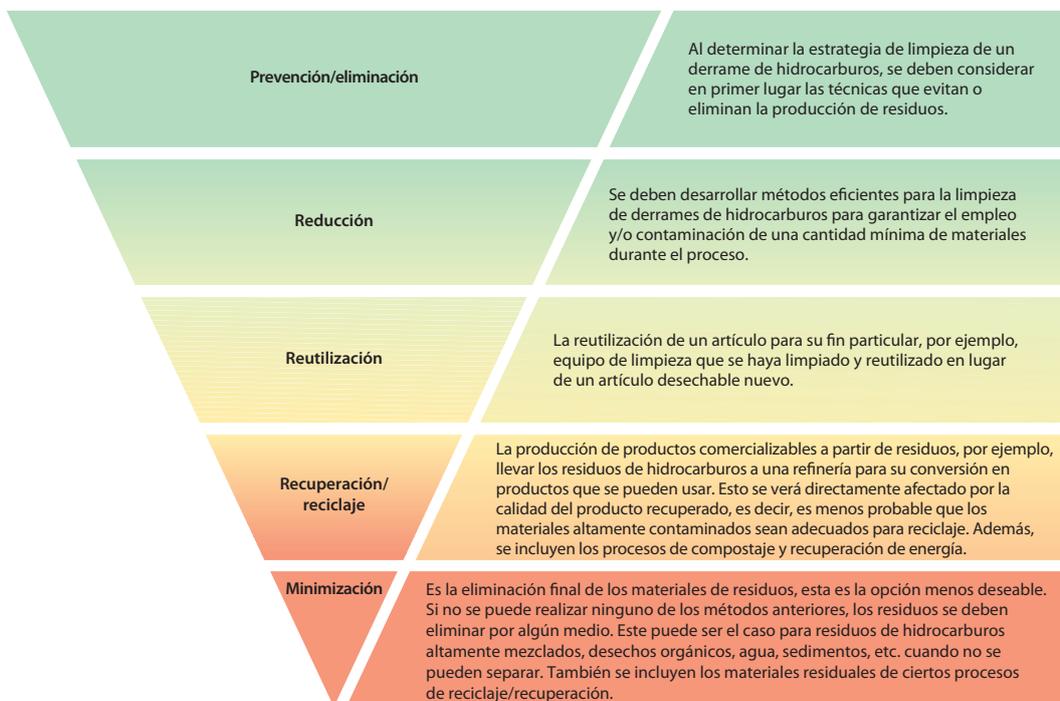
Además, es una buena práctica durante el proceso de planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos enlazarse con las autoridades reglamentarias para anticipar eventos para los cuales puede ser necesario tomar decisiones reglamentarias rápidas acerca de licencias. Esto brindará la oportunidad de prepararse con anticipación para dichos eventos y facilitar el proceso de expedición de licencias.

El costo del tratamiento de residuos puede representar una proporción importante del costo general de las operaciones de respuesta. Algunas convenciones internacionales, relacionadas con la compensación por derrames de hidrocarburos, son relevantes y pueden aplicarse a la gestión de residuos. La compensación por daños provocados por derrames de hidrocarburos persistentes originados de buques tanque se basa ahora en tres acuerdos internacionales: la Convención de responsabilidad civil de 1992, la Convención del fondo de 1992 y el Protocolo de 2003 para la Convención del fondo de 1992. Este régimen puede cubrir gastos razonables relacionados con el almacenamiento, el transporte, la manipulación y las operaciones de tratamiento de residuos de derrames de hidrocarburos. Para apoyar reclamos en virtud de estas convenciones, se deben registrar y mantener los datos acerca de las cantidades, los tipos y los destinos finales de los residuos. Para obtener detalles adicionales acerca de los aspectos de los reclamos y compensación, consulte IPIECA/ITOPF, 2007.

Jerarquía de residuos

Un modelo útil al momento de enfrentar el flujo de residuos provenientes de cualquier fuente es la “jerarquía de residuos” (Figura 3). Este concepto utiliza los principios de prevención/eliminación/reducción de los residuos para minimizar la cantidad de residuos producidos y reutilizar/reciclar para minimizar los materiales residuales. De este modo, reduce los costos medioambientales y económicos y asegura un enfoque coherente con el propósito legislativo. Ofrece una herramienta para estructurar una estrategia de gestión de residuos y se puede emplear como un modelo para todas las operaciones de gestión de residuos, incluidas aquellas asociadas con las actividades de respuesta a derrames de hidrocarburos.

Figura 3 La “jerarquía de residuos” proporciona una herramienta para estructurar una estrategia eficiente de gestión de residuos.



Minimización

Minimización se refiere a las técnicas que reducen la cantidad o la naturaleza peligrosa de los residuos que entran al flujo de los residuos. Incluye los elementos de “prevención/eliminación”, “reducción” y “reutilización” de la jerarquía de residuos. La minimización de residuos es esencial para la reducción de la cantidad de residuos para eliminación final o para reducir los problemas para encontrar las rutas de eliminación adecuadas, limitando así los impactos medioambientales y económicos de un derrame.

Están disponibles una cantidad de métodos de minimización de residuos; entre estos se incluyen los acuerdos administrativos, métodos para evitar la producción de residuos, formas de reducir la naturaleza peligrosa de los residuos y esfuerzos para reducir la cantidad de residuos producidos. Se ofrecen ejemplos de métodos útiles en los recuadros a continuación, según su objetivo predominante.

Al considerar las diferentes opciones para minimizar el volumen de residuos, considere el impacto de flujos adicionales de residuos que se pueden crear y si hay disponibilidad de recursos para implementar la técnica de minimización. Por ejemplo, lavar los EPP para reutilizarse requiere de mucho trabajo y genera un flujo de agua impregnada de hidrocarburos que también requerirá tratamiento.

Acuerdos administrativos para minimizar los residuos

- Crear una estrategia de limpieza que explique los criterios de valoración final de cualquier parte de la respuesta tomando en cuenta de manera consciente el desperdicio en cada etapa del proceso de limpieza.
- Ofrecer capacitación a las cuadrillas de limpieza para crear conciencia de los requisitos para minimizar y separar los residuos; ofrecer capacitación antes y durante un incidente, por ejemplo a través de charlas de seguridad.
- Ofrecer una definición clara de las responsabilidades de la administración respecto a los residuos y ofrecer los recursos para apoyar al personal de respuesta en la ejecución de estas responsabilidades.

Prevención de residuos

- Evitar la contaminación secundaria (ver la siguiente sección) de los sitios de limpieza y almacenamiento y las rutas de transporte.
- Identificar los posibles sitios de impacto (IPIECA-IOGP, 2014) y, cuando sea posible, limpiar desechos y residuos preexistentes para reducir la cantidad de desechos impregnados de hidrocarburos que deberán ser tratados en caso de que el hidrocarburo alcanzara esa zona.
- El equipo de recuperación se debe limpiar y reutilizar en vez de eliminarse.
- El equipo de protección personal (EPP) reutilizable se deberá seleccionar donde sea adecuado y procurar su utilización. Por ejemplo, productos como las botas de goma se pueden limpiar y reutilizar.

Reducción de residuos

- Usar materiales absorbentes con moderación y eficazmente.
- Minimizar la extracción de materiales: priorizar los métodos manuales de recuperación contra los medios mecánicos debido a que permiten la remoción de hidrocarburos con menos sustratos asociados (por ejemplo, arena).
- Siempre que resulte práctico en el incidente, seleccionar técnicas de limpieza que separen el hidrocarburo del sedimento, como purgar el hidrocarburo enterrado en la arena hacia la superficie usando aire y agua inyectada por mangueras.
- El uso de tecnologías de tratamiento *in situ* reduce la cantidad de residuos que requieren transporte, tratamiento y eliminación. Estos métodos pueden incluir el lavado (por ejemplo, espuma), quema controlada *in situ* (si está permitida), tamizado de arena y biorremediación
- Siempre que resulte práctico, separar en la fuente los diferentes tipos de residuos contaminados (líquidos, sólidos, desechos, EPP, etc.).
- Minimizar la infiltración del agua de lluvia y la creación de tipos y volúmenes adicionales de residuos. Los sitios de contención y los recipientes deben, cuando sea posible, tener una cubierta a prueba de agua para evitar la infiltración del agua de lluvia.
- Utilizar tecnologías de tratamiento por separación, es decir, un sistema de asentamiento (por ejemplo, separación por gravedad) para agua de desecho impregnada de hidrocarburos que permita el drenado del agua separada.



Minimización de residuos:

1. El purgado permite la recuperación selectiva del hidrocarburo sin tomar demasiados sedimentos.
2. Lavado de guijarros en el sitio.
3. Lavado de la barrera de contención antes de volverse a usar.

Evaluación de riesgos y selección de opciones

Durante una iniciativa de respuesta, puede ser necesario seleccionar de entre una variedad de técnicas disponibles para la limpieza, el tratamiento y la eliminación de residuos. Para derrames en tierra, por ejemplo, pueden existir opciones para tratar *in situ* el suelo contaminado como alternativa a extraerlo para tratarlo en otro sitio, lo que puede ser difícil desde el punto de vista logístico y más costoso. Para derrames en costas rocosas de alta energía, existen varias opciones para eliminar el hidrocarburo, desde el lavado activo de la roca hasta dejar que el hidrocarburo se degrade naturalmente. Cada opción lleva asociados distintos riesgos medioambientales, de salud, seguridad y sociales que se deben considerar respecto al incidente y la ubicación específicos.

Cuando existan opciones, es útil realizar una evaluación de riesgos comparativa e incluir consideración de sus relativas posiciones en la jerarquía de residuos. El objetivo de esta evaluación de riesgos es identificar la mejor opción medioambiental practicable (BPEO, por sus siglas en inglés), la mejor técnica disponible (BTA, por sus siglas en inglés) para la protección medioambiental o la opción que represente el menor riesgo general al medio ambiente o las personas.

Le evaluación de riesgos puede ser cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa, en función de las circunstancias en las que se realiza. Puede incluir análisis de los riesgos medioambientales, de salud y seguridad y sociales asociados con cada opción, con una comparación de los riesgos para un proceso de clasificación general para identificar la opción preferida. El proceso de evaluación puede incluir un elemento económico para identificar dónde se clasifica un gasto en una técnica específica comparada con la reducción en el riesgo que dicha técnica puede generar. Se debe advertir que, en ciertas jurisdicciones, un análisis de BPEO o BAT puede ser un requisito reglamentario formal y pueden estar disponibles los estándares o guías específicos para orientar el análisis.

Separación

En caso de un derrame, la operación subsecuente de limpieza debe incluir la separación del hidrocarburo recolectado y los desechos impregnados de hidrocarburos, así como otros residuos producidos durante la actividad de limpieza. El proceso de separación debe adoptar la forma de canalizar los residuos a instalaciones separadas temporales con consideración a la contención más adecuada para cada flujo de residuos. Debe considerar las rutas disponibles para la reutilización, el reciclaje o la eliminación, así como la naturaleza y la compatibilidad de los materiales. Además, se debe prestar consideración a las cadenas de almacenamiento y transporte que conducen al sitio final del tratamiento, reciclaje o eliminación. Puede haber circunstancias donde sea preferible la separación adicional de los residuos para facilitar su almacenamiento, manipulación y transporte. Se deben comprender y definir los requisitos para la separación que se derivan de estas consideraciones lo más pronto posible, de forma ideal en la etapa de planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos.

Los métodos para la recolección de residuos en el campo se deben diseñar pensando en las estrategias y técnicas de minimización y separación. Es importante interactuar con los equipos encargados de recolectar los residuos y asegurarse de que los procedimientos y metodologías de recolección propuestos se alineen correctamente con la estrategia de gestión de residuos.

Abajo: un pozo de almacenamiento temporal recubierto adecuadamente, pero con mala separación de residuos; esto genera problemas para la manipulación y eliminación posteriores.



ITOPF

Consejos para ayudar en la separación

- Separe en la fuente los diferentes tipos de residuos impregnados de hidrocarburos (líquidos, sólidos, escombros, EPP, etc.).
- Donde sea posible, use diferentes tipos de recipientes para diferentes flujos de residuos.
- Conozca/comprenda las características de los residuos, con especial atención a sus peligros y componentes.
- Identifíquelos y etiquételos claramente para evitar que se mezclen.
- Concientice al personal, a través de capacitación y simulacros de derrames y ejercicios, de la importancia de clasificar los residuos y de las relativas consecuencias y costos de una mala separación.

También se debe dar consideración a la capacidad y gestión de la cadena de transporte, almacenamiento e instalaciones de tratamiento para asegurarse de que tengan la capacidad de manejar los residuos separados. Es frecuente que se exceda la capacidad de las instalaciones dado el volumen de los residuos recuperados en los sitios de limpieza. Un manejo estricto del sitio de almacenamiento puede ser también necesario para asegurarse de que se utilice de la forma prevista. Los sistemas diseñados para separar los residuos pueden fallar debido a los diferentes tipos de residuos que se depositan juntos en el limitado espacio de almacenamiento disponible, o debido a que los transportistas de los residuos no comprenden los requisitos de separación en el sitio de almacenamiento. El estudio del caso del *Prestige* (a continuación) ilustra algunos de los problemas de mantener separados los residuos durante la respuesta a derrames de hidrocarburos de gran magnitud.

ESTUDIO DE CASO 2: Separación de los residuos

Prestige, España, 2002

El buque petrolero *Prestige* sufrió una falla del motor frente a la costa noroccidental de España en noviembre de 2002. Después de varios días en el mar, el buque se rompió, derramando aproximadamente 63.000 toneladas de combustible pesado al mar. El hidrocarburo emulsificó y generó 128.000 toneladas de emulsión que se tuvieron que enfrentar. Se montó una operación masiva de limpieza con grandes cantidades de militares, voluntarios y contratistas especialistas en cada uno de los sitios afectados. Se instauraron los sistemas y se informó a los trabajadores que debían separar los residuos recolectados. Se proporcionó contención impermeable a los hidrocarburos para cada tipo de residuos, pero finalmente, debido a la prisa y la presión de la operación, los trabajadores continuaban mezclando los residuos. La falta de implementación rigurosa de un programa exhaustivo de gestión de residuos dio como resultado que los residuos recolectados se depositaran juntos en pozos recubiertos sin separarse para reciclaje o eliminación final; el proceso de eliminación para estos residuos mixtos fue costoso y tomó años para completarse.

Contaminación secundaria

La contaminación secundaria es la propagación del hidrocarburo a zonas no contaminadas por medio de las actividades de respuesta asociadas con las personas, el transporte y el equipo. Esto se debe evitar para controlar el impacto general del derrame y se puede lograr mediante una cantidad de formas. Por ejemplo:

- designar zonas "limpias" ("frías") y "contaminadas" ("calientes") en el lugar de trabajo;
- descontaminar el personal y el equipo antes de abandonar la zona de trabajo;
- realizar verificaciones regulares de todas las zonas de almacenamiento, fugas de bombas y mangueras;
- asegurarse de que todas las zonas de almacenamiento sean impermeables a los hidrocarburos y al agua para evitar fugas, por ejemplo, realizando inspecciones en forma de inspecciones durante la respuesta y, si los residuos se almacenan por largos períodos, a través del aseguramiento de la integridad;
- asegurarse de que el drenaje de las zonas de almacenamiento de residuos sea contenido de manera adecuada y correcta;
- cubrir y descontaminar todos los vehículos utilizados para el transporte de los residuos antes de abandonar el sitio o transportar residuos, y
- establecer un plan de gestión del tráfico.

Se deben establecer los sitios de descontaminación entre las zonas contaminadas y limpias del sitio de trabajo. De forma ideal, la descontaminación se debe realizar en etapas para minimizar el uso de materiales desechables. Los materiales absorbentes, por ejemplo, se deben reservar para la etapa de limpieza final. El personal debe seguir la cadena de descontaminación desde lo más sucio hasta lo más limpio en una plataforma impermeable donde se puedan drenar y recolectar los efluentes del lavado. Se debe usar una zona separada para la descontaminación de los vehículos y maquinaria pesada.

Contaminación secundaria debida a la degradación y al almacenamiento inadecuado de bolsas de plástico llenas de residuos impregnados de hidrocarburos



ITOPF

Salud y seguridad

En potencia, todos los hidrocarburos plantean algún grado de riesgo para la salud y es, por lo tanto, esencial que se diseñe un plan de salud y seguridad antes del inicio de las actividades. No se deben ignorar los riesgos de los peligros físicos, como los pozos de almacenamiento. Se debe evaluar cada etapa del proceso de gestión para establecer cualquier riesgo potencial a la salud y a la seguridad junto con los métodos de atenuación adecuados. Se puede encontrar información adicional en la Guía de buenas prácticas de IPIECA-IOGP acerca de la salud y la seguridad del personal de respuesta ante derrames de hidrocarburos (IPIECA-IOGP, 2012).

Estrategia de gestión de residuos

La estrategia de gestión de residuos representa el producto de la primera parte del proceso de planificación, que define a alto nivel lo que se necesita hacer. Se debe establecer antes de un derrame, como parte del proceso de planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos, y se debe reconfirmar o revisar según sea necesario al inicio de una respuesta a un derrame de hidrocarburos. El desarrollo de la estrategia implica:

- establecer los objetivos/política de la gestión de residuos;
- revisar los objetivos en vista de las circunstancias, la legislación, los recursos disponibles a nivel local, etc.;
y
- establecer los elementos de la estrategia que son necesarios para lograr los objetivos, por ejemplo, clasificación de los tipos de residuos y cantidades.

En esta sección se detallan algunas de las principales consideraciones para establecer una estrategia de gestión de residuos para una respuesta a derrames. Se ven las relaciones entre las estrategias de limpieza y de gestión de residuos, la posible gama de los tipos de residuos y las cantidades de residuos que se pueden encontrar, y se analizan los pasos que se siguen para establecer los objetivos/política de gestión de residuos y los elementos de la estrategia.

Relación entre las estrategias de limpieza y de gestión de residuos

En el caso de un derrame de hidrocarburos, el tipo y la cantidad de los residuos sólidos y líquidos producidos se determina por la magnitud del derrame, los diferentes entornos impregnados de hidrocarburos y las técnicas de limpieza empleadas. La estrecha relación entre las técnicas de limpieza y los residuos producidos se ilustra en la Tabla 1 de la página 16, que esboza las posibles técnicas de respuesta y los tipos de residuos que cada una de ellas pueda generar.

De esta forma, los tipos y el volumen de los residuos generados se ven fuertemente influidos por los objetivos de limpieza establecidos durante la planificación para contingencias o por el equipo de gestión del derrame. Por ejemplo, si las condiciones lo permiten, y si se toma la decisión de permitir la recuperación natural de una costa, se pueden generar pocos residuos. De manera similar, la protección de las costas a través del rociado de dispersantes costa afuera reducirá la cantidad de residuos generados. Además, cuando el hidrocarburo encalla en la costa del mar, estuario o río, las principales consideraciones estratégicas de limpieza serán (a) los criterios de valoración final del tratamiento deseado (es decir, cuán limpio) y (b) cuáles tratamientos o métodos de limpieza se deben utilizar. Ambas decisiones pueden tener una influencia fundamental sobre el tipo y la cantidad de residuos producidos. En el caso de derrames en tierra, las decisiones respecto a la técnica que se va a emplear para la limpieza del suelo contaminado, por ejemplo la limpieza *in situ* o la limpieza fuera del sitio seguidos de extracción, afectarán de manera similar la cantidad de residuos producidos.

Las consideraciones de la gestión de los residuos son también importantes en el proceso de toma de decisiones al desarrollar la estrategia y las técnicas de limpieza. Se deben sopesar los factores como la capacidad de la infraestructura para manejar cualquier residuo producido y también los principios rectores de la minimización de residuos contra otros factores que influyen en la estrategia de limpieza. De manera ideal, la minimización de residuos será uno de los objetivos guías de la operación de limpieza.

Tabla 1 Técnicas de respuesta y los tipos de residuos que se generan normalmente

| Técnica de limpieza | | Efecto en el flujo de residuos | Tipo de residuo generado |
|--|---|---|---|
| <p>Aplicación de dispersantes (IPIECA-IOGP, 2015a,b)</p>  | <p>Los productos químicos dispersantes se utilizan para descomponer en pequeñas gotas la mancha de hidrocarburo para que el efecto diluyente del océano tenga mayor capacidad de reducir la concentración de hidrocarburo. Esta técnica no funciona con todos los tipos de hidrocarburos y no es adecuada para emplearse en ciertos entornos.</p> | <p>Las concentraciones de residuos son mínimas a medida que el hidrocarburo se suspende en la columna de agua y se le permite degradarse naturalmente.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • EPP • Tambores vacíos de dispersante |
| <p>Operaciones de contención y recuperación en el mar (IPIECA-IOGP, 2015d)</p>  | <p>Los dispositivos de contención y recuperación, por ejemplo, las barreras y skimmers, se implementan desde embarcaciones o pequeñas naves para recuperar el hidrocarburo de la superficie del mar. Pueden ser necesarios sistemas de almacenamiento del tamaño adecuado, los cuales, en el caso de hidrocarburos cerosos o de alta viscosidad, requerirán elementos de calefacción.</p> | <p>Las operaciones de recuperación tienen el potencial de generar grandes cantidades de hidrocarburos y aguas residuales para tratamiento. El volumen de los sistemas de almacenamiento disponibles debe ser consistente con la capacidad de recuperación de los skimmers. El tipo de hidrocarburo derramado tiene un efecto en los residuos resultantes; los hidrocarburos viscosos y cerosos en particular incorporan desechos y pueden generar grandes volúmenes de residuos. Este tipo de hidrocarburos también plantea serios problemas de manipulación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Equipo impregnado de hidrocarburos • Embarcaciones impregnadas de hidrocarburos • Equipo de protección personal impregnado de hidrocarburos • Hidrocarburo recuperado • Agua impregnada de hidrocarburos • Vegetación impregnada de hidrocarburos • Material absorbente impregnado de hidrocarburos • Restos flotantes y desechos: orgánicos e inorgánicos • Cadáveres de animales |
| <p>Limpieza en la costa (IPIECA-IOGP, 2014 y 2015)</p> <p>Limpieza en tierra (IPIECA-IOGP, 2015e).</p>  | <p>Los hidrocarburos se recuperan en lugares en la costa o en tierra usando medios mecánicos o manuales.</p> <p>Se pueden usar máquinas para transportar los residuos desde el lugar en la costa o en tierra al sitio de almacenamiento principal.</p> <p>Se pueden utilizar tanques portátiles o pozos recubiertos para reunir el hidrocarburo recuperado en el sitio de la operación.</p> <p>El tipo de costa y el grado de acceso a esta determinará las técnicas utilizadas, las que a su vez, determinarán la cantidad de residuos generados.</p> <p>En ciertas situaciones de limpieza en tierra, el tratamiento <i>in situ</i> de los materiales impregnados de hidrocarburos puede ser una alternativa a la excavación.</p> | <p>Se prefiere la recuperación manual a la recuperación mecánica debido a que tiene el efecto de minimizar la cantidad de residuos generados.</p> <p>El tipo de hidrocarburo derramado tendrá a menudo un profundo efecto en la cantidad de residuos impregnados de hidrocarburos que se genera.</p> <p>Las técnicas de separación y minimización son esenciales para garantizar una operación eficiente. Estas se deben establecer en el sitio de la recuperación inicial y mantenerse hasta el sitio de eliminación final. De no hacerse, el volumen de residuos puede salirse de control. Los sitios de residuos se deben manejar de tal forma que se evite la contaminación secundaria.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Equipo impregnado de hidrocarburos • Embarcaciones impregnadas de hidrocarburos • Equipo de protección personal impregnado de hidrocarburos • Hidrocarburo recuperado • Vegetación impregnada de hidrocarburos • Agua impregnada de hidrocarburos • Material absorbente impregnado de hidrocarburos • Material en playa o en tierra impregnado de hidrocarburos: (arena, piedras, guijarros, suelo) • Restos flotantes y desechos: orgánicos e inorgánicos • Cadáveres de animales • Transporte impregnado de hidrocarburos |
| <p>Quema controlada <i>in situ</i> (IPIECA-IOGP, 2016)</p>  | <p>Esto incluye quemar el hidrocarburo derramado usando barreras de fuego para espesar la capa de hidrocarburo para mantener la combustión. El envejecimiento y la emulsificación del hidrocarburo inhibirán el proceso. La técnica no se puede emplear para todo tipo de hidrocarburos ni en todos los entornos. La contaminación del aire por humos y la posible producción de residuos viscosos puede, en ciertas circunstancias, limitar la aplicación de esta técnica.</p> | <p>La quema controlada <i>in situ</i> puede reducir la cantidad del hidrocarburo en el medio ambiente.</p> <p>Además, se produce un flujo de residuos atmosféricos, humo.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Residuos de hidrocarburo incinerado • Barrera dañada por hidrocarburo/fuego • Embarcación impregnada de hidrocarburos • Equipo de protección personal impregnado de hidrocarburos |

Tabla 2 Residuos impregnados y contaminados por hidrocarburos (los porcentajes son indicativos)

| Categoría | Características | Ejemplos | Comentarios |
|---|--|---|---|
|  <p>Líquidos impregnados de hidrocarburos</p> | <p>Generalmente aceite y agua, con el contenido de agua variando de 0 a más del 90%, generalmente hacia el límite máximo de ese rango. Pueden presentarse cantidades menores de materiales minerales u orgánicos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Líquido recuperado de actividades de lavado de sedimentos o equipo Acumulación de agua de las áreas de almacenamiento Líquido recuperado de las operaciones de skimming | <p>Antes de manejar el líquido impregnado de hidrocarburos restante, elimine toda el agua posible.</p> |
|  <p>Pastas y sólidos</p> | <ol style="list-style-type: none"> Pastas/sólidos dominados por aceite Pastas/sólidos dominados por materiales minerales finos <p>Ambos pueden contener cantidades bajas (<10%) de agua y/o materia orgánica.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Bolas de alquitrán Acumulaciones de cera Arena/cieno impregnados de hidrocarburos Suelo/sedimentos impregnados de hidrocarburos de derrames en tierra | <p>El material recuperado de derrames en tierra y en ambientes de ríos puede contener cantidades importantes de materia orgánica y/o agua libre.</p> |
|  <p>Guijarros y piedras</p> | <p>Generalmente bajos en agua libre (1%) y contenido orgánico (<10%). El contenido de aceite varía en función del tamaño de las piedras y el grado de impregnación de hidrocarburos (con frecuencia > 10%).</p> | <ul style="list-style-type: none"> Guijarros en playas de mayor energía Áreas de terreno firme de grava gruesa en tierra | |
|  <p>Material absorbente</p> | <p>Materiales naturales y sintéticos utilizados para absorber aceite, ya sea de la superficie del agua o de tierra. El grueso de los residuos consta del propio material absorbente. Con frecuencia, el contenido de aceite es >5%, aunque varía. Agua y materiales minerales son bajos (<10%) y la materia orgánica es muy baja (<5%).</p> | <ul style="list-style-type: none"> En masa Trapeadores Almohadas Láminas Materiales naturales (por ejemplo, paja) | <p>El contenido de aceite es altamente variable. Los materiales absorbentes con una alta relación de superficie a volumen, que se utilizan en zonas muy impregnadas de hidrocarburos pueden contener significativamente más del 5% de aceite.</p> |
|  <p>Materia orgánica</p> | <p>Generalmente consta de más del 80% de materia vegetal, >5% de aceite con el agua y materiales minerales restantes.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Algas marinas Vegetación de la orilla Vegetación terrestre para derrames en tierra | <p>Sustancias biodegradables. Riesgos de olores y toxicidad asociados con la descomposición.</p> |
|  <p>Residuos sólidos</p> | <p>Materiales sólidos de diferentes tipos que se han impregnado de hidrocarburos. Contenido variable de aceite (>5%), agua y materiales minerales bajos (<10%), materia orgánica variable y alta si el residuo en sí es orgánico</p> | <ul style="list-style-type: none"> Desechos que se encuentran en la zona afectada por el hidrocarburo (por ejemplo, plásticos, madera o metales) EPP (por ejemplo, guantes, botas, sobretodos, etc.) Equipo de limpieza utilizado; barreras, cubetas, raspadores, etc. | <p>Para el EPP y el equipo de limpieza, se deben considerar las opciones de lavado y reutilización.</p> |
|  <p>Fauna impregnada de hidrocarburos</p> | <p>Fauna que se ha impregnado de hidrocarburos. El contenido animal es alto (>70%), con un contenido de hidrocarburo variable (>5%), agua libre (<15%) y materiales minerales (<10%) bajos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Principalmente aves Además de peces, mamíferos, reptiles | <p>La fauna viva se debe enviar a instalaciones especialistas en limpieza. Todos los cadáveres se deben contar antes de eliminarlos. Se pueden conservar algunos para necropsias y estudios científicos.</p> |

Tipos de residuos

Uno de los pasos fundamentales en el desarrollo de una estrategia de gestión de residuos es clasificar en categorías los residuos producidos. Las tablas 2 y 3 ofrecen ejemplos de sistemas de clasificación para residuos impregnados y contaminados con hidrocarburos y residuos no impregnados, respectivamente. Se pueden utilizar sistemas de clasificación similares como base para la planificación y para responder a los requisitos legales, relacionando generalmente cada categoría con los diferentes procesos de gestión y tratamiento. Se deberá adaptar el sistema de clasificación para responder a los requisitos legales y reglamentarios locales o a la disponibilidad de opciones de tratamiento y eliminación.

Tabla 3 Residuos no contaminados y secundarios

| Categoría | Características | Ejemplos | Comentarios |
|--|---|---|--|
| Desechos no contaminados | Desechos sólidos móviles presentes en un sitio que pueden contaminarse a medida que se desarrolla el derrame. Generalmente de naturaleza no peligrosa/inerte. | <ul style="list-style-type: none"> Madera Plásticos, envases, juguetes, etc. Metales | La remoción de desechos de la zona que está en riesgo de impregnarse de hidrocarburos reduce el riesgo de contaminación secundaria y la cantidad de residuos peligrosos que se pueden generar. |
| Materia orgánica no contaminada | Materia vegetal o animal (excepto la madera) que se puede descomponer rápidamente. | <ul style="list-style-type: none"> Algas marinas Vegetación suelta Cadáveres de animales | Sustancias biodegradables. Riesgos de olores y toxicidad asociados con la descomposición. La remoción previa a la impregnación de hidrocarburos reduce los riesgos de contaminación secundaria y puede facilitar la eliminación. |
| Materiales "industriales" sólidos | Residuos sólidos generados en el sitio de la respuesta. | <ul style="list-style-type: none"> Materiales de embalaje de equipos de la respuesta al derrame Tambores vacíos de dispersante Baterías | Establezca la clasificación local de peligros y separe, trate y elimine los residuos como corresponda. |
| Mezcla de agua/espuma de la espuma para combate de incendios | Residuos líquidos con demanda de oxígeno y toxicidad potencialmente altas, en función de la espuma utilizada | Varios tipos de espumas, en función de la aplicación, por ejemplo, película acuosa que forma espuma (AFFF, por sus siglas en inglés), fluoroproteínas de formación de película (FFFP, por sus siglas en inglés) | Contenga para evitar que el agua y la espuma ingresen a las corrientes de agua. Planifique la eliminación según las recomendaciones de la hoja de datos de seguridad del material. |
| Residuos de cocina/galera | Residuos sólidos: excedentes de alimentos y productos provenientes de la preparación y el suministro de alimentos y bebidas. | <ul style="list-style-type: none"> Residuos de alimentos Platos/cubiertos desechables Servilletas de papel Envases de alimentos Latas, botes | Una parte de los residuos se puede reciclar. Separe y elimine de la forma que se requiera localmente. |
| Residuos médicos | Materiales variables relacionados con el suministro de primeros auxilios. | <ul style="list-style-type: none"> Jeringas, agujas Vendas, banditas | Mantenga separado. |
| Agua "gris" | Predominantemente agua, con detergentes menores. | <ul style="list-style-type: none"> Agua de lavado de cocina Agua de lavado de los retretes | |
| Agua "negras" | Drenaje | <ul style="list-style-type: none"> Retretes | |
| Residuos de oficina | Residuos que se producen durante la operación del centro(s) de respuesta. | <ul style="list-style-type: none"> Papel Empaques de plástico Cartuchos de impresora usados Baterías | La naturaleza peligrosa de los residuos puede variar. Los materiales se deben separar y eliminar de acuerdo con la actividad de operación normal de la oficina. |

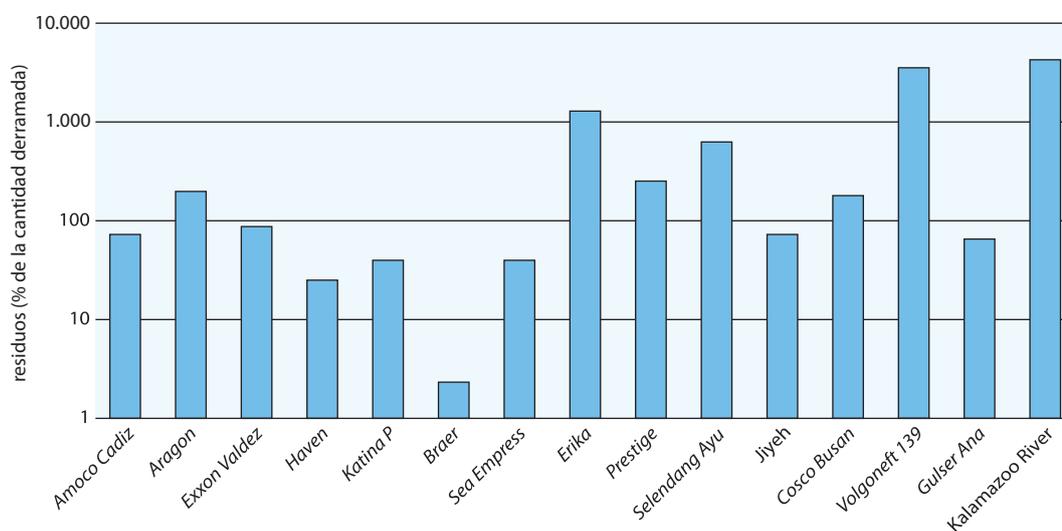
Cantidades de los residuos

Muchos factores influyen en la cantidad de los residuos que se producen en un derrame, principalmente la cantidad del hidrocarburo derramado, el destino ambiental de ese hidrocarburo y la estrategia y las técnicas de limpieza adoptadas. Debido a la variación de estos factores, no es posible estimar con precisión la cantidad de los residuos que se pueden producir, particularmente en la fase de planificación previa a un evento de derrame. Sin embargo, una estimación del alto nivel de la cantidad de residuos que se pueden encontrar es útil al identificar los recursos para la gestión de residuos que se pueden necesitar.

El análisis de los residuos producidos en derrames históricos (ver Figura 4) puede dar una indicación de la posible magnitud de los residuos en masa que se pueden producir en un derrame. La cantidad en masa de los residuos producidos en derrames costa afuera que se muestra en la Figura 4 fue generalmente de entre 40 y 200 % la cantidad del hidrocarburo derramado. Las anomalías de este rango ocurren por una cantidad de motivos; por ejemplo, en el impacto del *Braer* (2%) las condiciones medioambientales dispersaron la mayoría del hidrocarburo antes de alcanzar la costa, reduciendo significativamente el volumen de los residuos que se produjeron. En el otro extremo, las circunstancias pueden dar como resultado grandes cantidades de residuos. Los ejemplos incluyen el derrame del *Erika* (>1300%), el *Selendang Ayu* (>600%) y el *Volgoneft 139* (>3800%). En el impacto del *Erika*, la emulsificación, las algas marinas y las grandes cantidades de materiales de construcción utilizados en los sitios de almacenamiento temporal fueron el grueso de los residuos. La cantidad de residuos producidos en el impacto del *Volgoneft 139* se considera una excepción a los derrames costa afuera.

El acceso a los datos acerca de los residuos generados en derrames en tierra es más difícil que los de derrames costa afuera. Los incidentes en tierra generalmente ofrecen menos oportunidad de dispersión natural del hidrocarburo derramado, y generalmente dan como resultado la contaminación de la vegetación y el suelo, si no es que el agua (tanto el agua superficial como los mantos freáticos), según la situación. Cuando la iniciativa de la respuesta requiere la recuperación y el tratamiento del material contaminado, es probable que

Figura 4 La cantidad total de los residuos producidos en varios incidentes de derrames históricos, expresada como porcentaje de la cantidad derramada (el eje y es una escala logarítmica)



la cantidad de residuos supere la cantidad del hidrocarburo derramado. Aunque pueda representar un caso extremo, es notable que en el derrame en tierra del río Kalamazoo, el volumen total de residuos producidos representó un estimado del 4.000% del volumen informado del derrame (Estudio de caso 3). El grueso de estos residuos fueron el suelo/sedimentos contaminados con hidrocarburos y el agua contaminada.

ESTUDIO DE CASO 3: Gestión de residuos del derrame en tierra de un oleoducto

En el río Kalamazoo, EE. UU. 2010

El área geográfica afectada por muchos derrames en tierra tiene una extensión limitada ya que el producto derramado es contenido ya sea por acuerdos de contención *in situ* o por el suelo o el terreno en el cual se infiltra. La respuesta a dichos derrames es generalmente menos compleja que una respuesta a un derrame costa afuera que puede tener un impacto potencial en la costa.

La respuesta puede volverse más compleja, por ejemplo, si un derrame alcanza las redes de drenaje y las corrientes de agua, cuando la respuesta se asemeja en términos de logística a una respuesta en costas marinas. El caso del derrame de oleoductos de 2010 al río Kalamazoo ilustra este punto.

En julio de 2010, se informó que aproximadamente 3100 m³ de petróleo crudo con diluyente de benceno habían sido descargados de un oleoducto roto cerca de Marshall, Michigan, EE. UU. El derrame ingresó al arroyo Talmadge y el río Kalamazoo, 128 km upstream del lago Michigan y afectó aproximadamente 64 km del curso de agua.

Los residuos producidos por la operación de limpieza incluyeron:

- petróleo y mezclas de petróleo/agua recolectados desde 40 zonas de confinamiento a lo largo del sistema, por camiones de aspiración, skimmers y materiales absorbentes;
- vegetación impregnada de hidrocarburo, tanto de sitios sumergidos como de las riberas;
- suelos altamente saturados de hidrocarburo, particularmente en el sitio de la fuga y a lo largo de un tramo de tres kilómetros del arroyo Talmadge;
- hidrocarburo envejecido, mezclas de hidrocarburo/agua/sedimento del lecho del río, y
- agua, 53.000 m³ se retiraron del río Kalamazoo, se trataron y se regresaron al río bajo permiso.

Con la excepción del agua que se regresó al río, estos residuos se manejaron en varias áreas de transporte para almacenamiento temporal construidas y se retiraron para eliminación fuera del sitio.

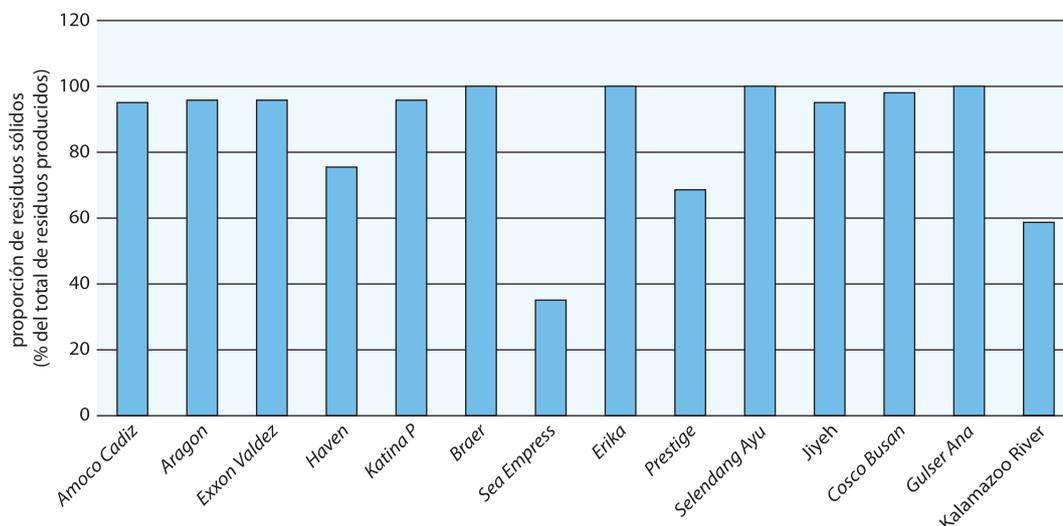
Se construyeron áreas recubiertas y con bermas para el almacenamiento temporal, mientras se tomaban muestras o categorizaban los residuos para la eliminación o reciclaje fuera del sitio.

Los sólidos se colocaron en áreas recubiertas/con bermas, mientras que los líquidos se colocaron en tanques de fraccionamiento dentro de las áreas de las bermas.

A marzo de 2011, se habían manipulado las siguientes cantidades de residuos:

- Líquidos, eliminados como residuos peligrosos: 13.600 m³
- Líquidos, eliminados como residuos no peligrosos: 36.300 m³
- Hidrocarburo recuperado: 2.900 m³
- Suelo: 73.200 m³
- Desechos, no peligrosos: 1600 toneladas
- Desechos, peligrosos: 9200 m³

Figure 5 Proporción de residuos sólidos como porcentaje del total de residuos producidos en varios impactos de derrames históricos



La proporción de residuos que constituyen los residuos sólidos de algunas descripciones generalmente exceden el 90%, y refleja los residuos dominantes producidos en la costa y por técnicas de limpieza física usadas en una respuesta (ver Figura 5). Donde se han utilizado técnicas de contención y recuperación, se incrementa la proporción de los residuos líquidos producidos.

Se realizan intentos para predecir con mayor exactitud las cantidades de residuos (por ejemplo, Polaris, 2009) con el desarrollo de modelos sencillos por computadora para ayudar en la estimación. Esta es un área en evolución y a medida que los modelos mejoren, debe ofrecer oportunidades para comprender mejor, durante la planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos y en las etapas tempranas de una respuesta, la tarea de la gestión de potenciales residuos que se pueden encontrar. Sin embargo, al usar dichos modelos, se debe reconocer que la calidad de los resultados depende directamente de la calidad de los datos ingresados. Se debe tener precaución tanto al interpretar como al confiar en los resultados.

Durante la propia respuesta a un derrame, se pueden utilizar las técnicas de evaluación de costas (IPIECA-IOGP, 2014) para obtener una mejor estimación de los tipos y las cantidades probables de residuos que se pueden generar.

Objetivos y estrategia/política de la gestión de residuos

De forma ideal, los objetivos de la respuesta a un derrame incluirán la consideración del componente de gestión de residuos, a medida que se desarrollan. Se deben considerar los objetivos basados en:

- el uso de la jerarquía de los residuos;
- minimización de residuos, riesgos e impactos;
- cumplimiento legal;
- salud y seguridad, y
- apoyar la eficiente implementación de la estrategia de limpieza.

La cantidad, la composición y las características de los residuos, su ubicación relacionada con la infraestructura de los residuos y los requisitos reglamentarios locales y de los grupos de interés, entre otros factores, pueden influir en los objetivos y la estrategia requerida para lograr estos objetivos. Por lo tanto, es importante obtener información acerca de estos factores e integrar esto en el proceso de toma de decisiones antes de que los objetivos y, subsecuentemente, la estrategia/política estén finalizadas.

Cada objetivo debe estar apoyado por una o más declaraciones de estrategias (en ocasiones también conocidas como políticas). Estas definen, a un alto nivel, lo que se debe hacer para lograr el objetivo. La Tabla 4 ofrece un ejemplo de una posible declaración de objetivos y estrategia de apoyo.

Tabla 4 Ejemplos de objetivos de respuesta a derrames de hidrocarburos/gestión de residuos y la forma en que se traducen en declaraciones de estrategias/políticas

| Objetivo de la respuesta/ gestión de residuos | Estrategia/política |
|--|--|
| Cumplir los requisitos reglamentarios | <ul style="list-style-type: none"> • Usar únicamente los servicios de empresas de gestión de residuos autorizadas y acreditadas. • Implementar un sistema de gestión de datos y registros. • Garantizar, a través de la capacitación y el apoyo, que el personal esté consciente de los requisitos reglamentarios. • Identificar los requisitos para un plan de gestión de residuos (WMP, por sus siglas en inglés). |
| Minimizar los residuos impregnados de hidrocarburos eliminados en vertederos | <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar medidas para la minimización de residuos en las técnicas de limpieza. • Investigar y evaluar alternativas a la eliminación en vertederos. • Evaluar las formas de aplicar la jerarquía de los residuos. |

A medida que se desarrolla la estrategia de gestión, se volverán aparentes las opciones para el tratamiento previo, el tratamiento y la eliminación de residuos que pueden tener implicaciones para la estrategia y las técnicas de limpieza. Dentro del contexto de los objetivos generales de la respuesta a un derrame, es por lo tanto, importante mantener un ciclo de realimentación entre las estrategias de limpieza de gestión de residuos para garantizar que se complementan mutuamente lo más ampliamente posible. El derrame del *Gulser Ana* (Estudio de caso 4) ilustra un ejemplo de esto en la práctica, y muestra la forma en que los problemas logísticos pueden tener una influencia directa en las técnicas empleadas para la limpieza de las playas.

ESTUDIO DE CASO 4: Interacción entre la gestión de recursos y las estrategias de limpieza***Gulser Ana, Madagascar 2009***

El 26 de agosto de 2009, el *Gulser Ana* se varó frente a la costa sur de Madagascar, liberando 568 toneladas de combustóleo intermedio y 66 toneladas de gasóleo. Se impregnaron de hidrocarburos alrededor de 68 km de línea costera, a 175 km desde el pueblo más cercano y a tres días de conducción desde la capital, Antananarivo. No había acceso por carretera a la costa y la constitución de la playa no era suficientemente fuerte para soportar tráfico de vehículos pesados.

El entorno remoto y los problemas de acceso tuvieron una influencia particular en la gestión de los residuos y la estrategia de limpieza. Se tuvieron que establecer varios sitios para el almacenamiento temporal a lo largo de la playa y entre el frente de playa y el camino más cercano. Estos incluyeron los sitios en el frente de playa, a 700 m de la playa y después a 3 km desde la playa en puntos a donde los camiones podían acceder. El transporte de residuos a lo largo de la playa y hacia los sitios de almacenamiento temporal se realizó a mano y/o por vehículos todoterreno.

Esta dificultad en el transporte enfocó la atención a la ventaja de minimizar los residuos recolectados en la fuente. La limpieza manual se realizó usando pequeñas herramientas manuales como raspadores de madera contrachapada de peso ligero, la arena impregnada de hidrocarburos se transfirió a recogedores, después a cubetas y a continuación a bolsas de plástico. En muchos casos, se había lavado arena nueva sobre la capa impregnada de hidrocarburos. En estos casos, para minimizar los residuos recolectados, la arena limpia era raspada desde la parte superior y a continuación, la arena impregnada era removida de la capa inferior. Para facilitar el manejo de los residuos entre los sitios de almacenamiento ubicados antes de aquellos que contaban con caminos de acceso, se implementó un límite estricto de peso de 10 kg por bolsa.

En los sitios de almacenamiento principales con caminos de acceso, estas bolsas se transferían a sacos más grandes adecuados para cargarse en camiones de remolque. Los residuos de 335 toneladas de arena impregnada de hidrocarburos y bolas de alquitrán fueron transferidas por carretera a las instalaciones para manejo de los residuos en Antananarivo. Aquí se mezclaban con cal viva para estabilizar el hidrocarburo y producir un producto arenoso adecuado para usarse como material de cimientos para una nueva área de terreno firme en las instalaciones de manejo de residuos.

Planificación de la gestión de residuos de derrames de hidrocarburos

La recolección, el transporte, el almacenamiento, el tratamiento y la eliminación de hidrocarburos y residuos impregnados de hidrocarburos es un ejercicio mayor en términos de logística. La parte de la gestión de residuos del plan de contingencias para derrames de hidrocarburos debe definir la forma en que se debe ejecutar esta cadena logística. Es difícil concebir y establecer dicha cadena logística de prisa y, particularmente, durante un derrame cuando la presión para actuar puede alentar la toma de decisiones menos que óptimas. Esto, aunado a la estrecha interrelación entre la estrategia de limpieza y la estrategia de gestión de residuos, hace que sea esencial dedicar una parte del proceso de planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos para la consideración a profundidad de la gestión de residuos. Además, la inclusión de las consideraciones de gestión de residuos durante la fase de planificación permitirá la identificación de cualquier obstáculo para la gestión eficiente y más “sostenible” de residuos, y permitirá el tiempo para remover estos antes de que ocurra un derrame.

Plan de gestión de residuos de derrames de hidrocarburos

Aunque la estrategia de la gestión de residuos identifica los residuos que se deben gestionar, así como los objetivos y el alcance y el programa generales de la tarea de gestión de residuos, el plan de gestión de residuos (WMP, por sus siglas en inglés) define en detalle la forma en que se debe realizar el trabajo y quién debe hacerlo. Las funciones relativas de la estrategia y el plan se ilustran en la Tabla 5.

Tabla 5 Ilustración de las funciones relativas y los niveles de detalle de los objetivos, la estrategia/política y el plan de gestión de residuos

| Objetivo de la respuesta/ gestión de residuos | Estrategia/política | Plan de gestión de residuos |
|--|---|---|
| Cumplir los requisitos reglamentarios | <ul style="list-style-type: none"> Usar únicamente los servicios de empresas de gestión de residuos. Implementar un sistema de gestión de datos y registros Garantizar, a través de la capacitación y el apoyo, que el personal esté consciente de los requisitos reglamentarios | <ul style="list-style-type: none"> Enumera las empresas autorizadas para la gestión de residuos y los detalles de contacto Define los requisitos de la debida diligencia para preceder el uso (auditoría/inspección/discusión con reguladores) Define cuáles datos y registros se deben generar y mantener, por quién y por cuánto tiempo Identifica los recursos necesarios para establecer un sistema de gestión de datos Define qué capacitación requiere cada quién y cuándo/cómo se debe proporcionar Asigna responsabilidades para asegurar que se realice la capacitación Identifica los recursos para asegurar el soporte actual el personal operativo (por ejemplo, inspectores/asesores) |
| Minimizar los residuos impregnados de hidrocarburos eliminados en vertederos | <ul style="list-style-type: none"> Incorporar medidas para la minimización de residuos en las técnicas de limpieza Investigar y evaluar alternativas a la aplicación de eliminación en vertederos (BPEO/BAT). | <ul style="list-style-type: none"> Define Las técnicas de limpieza requeridas para cada tipo de sustrato Identifica los recursos disponibles para apoyar las técnicas de limpieza Describe el programa necesario para investigar y evaluar las alternativas, las responsabilidades y los recursos para implementar el programa y el proceso de toma de decisiones que confirma la aceptabilidad de las alternativas |

El WMP debe cubrir todos los elementos de las actividades de gestión de residuos, incluidas las siguientes: el contexto en el cual se ubica; las cantidades y tipos de residuos que se pueden generar bajo los escenarios de derrames en el plan de contingencias para derrames de hidrocarburos; los acuerdos de la organización y de recursos humanos; los procesos de toma de decisiones, y todos los aspectos de la gestión de residuos desde la recolección y el almacenaje hasta la eliminación final.

El WMP se debe documentar, ya sea dentro del plan de contingencias para derrames de hidrocarburos o como un documento separado, referenciado adecuadamente dentro del plan de contingencias para derrames de hidrocarburos. Se incluye un ejemplo de la lista de contenidos de un plan detallado de gestión de residuos de un derrame de hidrocarburos en el Apéndice A, junto con algunas preguntas útiles a formularse cuando se establecen o se revisan los planes.

Se debe notar que los detalles de cualquier plan del plan (legislación, sitios de tratamiento de residuos, lista de contactos, etc.) se fecharán a medida que las circunstancias cambien. Se requiere un proceso de revisión para garantizar que la información en el plan se mantenga actualizada. Aunque varias organizaciones mantengan planes de contingencias para derrames de hidrocarburos en la misma zona geográfica, se puede considerar hacer este proceso de revisión más eficiente a través de compartir la información acerca de factores externos como la legislación, la infraestructura y los resultados de auditorías e inspecciones.

En la etapa de planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos, hay un grado de incertidumbre acerca de la ubicación, el tamaño y el destino de un derrame que puede convertirse en el objeto de una respuesta posterior. La incertidumbre acerca de aspectos del derrame real se traduce en incertidumbre acerca de los requisitos precisos de las actividades requeridas de la gestión de residuos para apoyar la respuesta a derrames. La necesidad y las ubicaciones precisas de algunas de las infraestructuras para la gestión de residuos (por ejemplo, los sitios de almacenamiento) pueden ser difíciles de definir y acordar antes de un derrame de hidrocarburos.

El modelado de la trayectoria del derrame de hidrocarburos y el análisis de los residuos potenciales que se pueden generar incrementarán el entendimiento de la magnitud, la ubicación y la probabilidad de los escenarios que se pueden enfrentar. El WMP se debe diseñar para tratar con estos escenarios y adaptar cualquier incertidumbre restante. A este respecto, debe ser:

- a) escalable, reflejando la gama de escenarios que pueden ocurrir, definir los puntos límites en las necesidades de apoyo logísticas;
- b) flexible, donde quede incertidumbre, establecer los procesos y principios de toma de decisiones a usar cuando esté disponible más información;
- c) basado en riesgos, enfocando el esfuerzo de planificación en resolver los obstáculos a la gestión eficaz de residuos en proporción a los factores de riesgo, y
- d) oportuno, identificando asuntos que pueden implicar largos tiempos de entrega (por ejemplo, permisos, selección de sitios y construcción) y medidas que se pueden adoptar con anticipación a un derrame de hidrocarburos que busquen reducir este tiempo de entrega.

El objetivo de la etapa de planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos es, por lo tanto, establecer los principios, el esquema conceptual general y las necesidades logísticas de la respuesta para la gama de derrames potenciales que se pueden encontrar. La estrategia y el plan se deben redefinir en la etapa inicial de una iniciativa de respuesta a un derrame de hidrocarburos para volverlos específicos para la situación real en campo.

Plan de gestión de residuos, los detalles

Las preguntas que se deben abordar incluyen: ¿Cuáles recursos humanos se necesitan para apoyar los elementos físicos del plan? ¿Qué destrezas deben tener y cuáles procesos se requieren para encontrar y emplear a esas personas? ¿Qué información de apoyo a la gestión se requiere y quién la entregará? Ofrecer respuestas a preguntas como estas puede ayudar a asegurarla implementación exitosa del plan y evitar que surjan dificultades posteriormente. La respuesta al impacto del Macondo (estudio de casos 5) ilustra algunos de los acuerdos detallados que fueron necesarios para apoyar una respuesta eficaz.

ESTUDIO DE CASO 5: Plan de gestión de residuos, algunas consideraciones detalladas

Impacto del Macondo, Golfo de México, EE. UU. 2010

El impacto del Macondo en el Golfo de México ocurrió en una ubicación donde hay una industria madura y extensa que se usa para tratar con productos y residuos de hidrocarburos. Transporte marítimo y carretero, contenedores móviles y una variedad de sitios de reciclaje y eliminación estuvieron fácilmente disponibles para el uso del equipo de respuesta. Esto permitió un enfoque en que los sitios de almacenamiento intermedio no fueron necesarios a pesar de la gran escala de la operación de limpieza. La operación logística fue gestionada de tal forma que fue posible recolectar los residuos desde el frente de playa y las instalaciones en muelles y entregarlos directamente para el tratamiento final y a los sitios de eliminación. El valor de este enfoque fue que eficazmente eliminó los riesgos medioambientales asociados con el establecimiento, la gestión y la reclamación de sitios de eliminación intermedios.

Sin embargo, para manejar eficazmente una operación así, fue necesario un alto nivel de control operativo, apoyado por una gestión excelente de la información que permitió el transporte de los recursos de una manera oportuna a donde se requerían. En general, esta fue una operación masiva de limpieza que implicó residuos producidos tanto por las actividades en tierra como costa afuera y los recursos del equipo de gestión de residuos se estrecharon considerablemente. De los muchos factores que contribuyeron al éxito de la operación, los siguientes cinco fueron notables:

- 1) Habilidades de los miembros del equipo: además de conocimientos técnicos, buenas habilidades interpersonales y de comunicación, iniciativa, capacidad para adaptarse a situaciones cambiantes y una fuerte ética laboral fueron atributos individuales importantes.
- 2) Vínculos con las operaciones: comunicaciones abiertas, oportunas y transparentes entre el equipo de gestión de residuos y el personal de operaciones permitieron a ambas partes comunicar los aspectos relevantes del plan de gestión de residuos, y recibir realimentación donde las condiciones cambiantes requirieron un cambio en el plan.
- 3) Gestión de datos: el establecimiento y el uso de un sistema de gestión de datos basado en web permitió al personal de los sitios de limpieza ingresar los datos relevantes acerca de los residuos y al equipo de apoyo leer, analizar y actuar frente a dicha información; esto fue de importancia fundamental para permitir el envío en tiempo real de contenedores y equipo de transporte a los sitios de limpieza.
- 4) Mantener el cumplimiento; esto es un desafío para una operación mayor que se extiende en un área extensa incluidos varios estados. Por lo tanto, se puso especial atención en un alto nivel de inspección y de coordinación con los sitios y el personal de la operación, así como con las actividades de tratamiento y eliminación.
- 5) Alternativas ecológicas: ver estudio de caso 6 en la página 41.

Para ver más detalles acerca de cada uno de estos factores, ver Sweeten, 2012.

Documentación, mantenimiento de registros y gestión de datos

La actividad de la gestión de residuos se debe acompañar con un riguroso sistema de documentación, mantenimiento de registros y gestión de datos. Se requiere el sistema para gestionar la operación de residuos y para ofrecer la seguridad de que los residuos se almacenan, se transportan y se eliminan de acuerdo con los requisitos reglamentarios, así como con el plan de gestión de residuos. Serán necesarios registros exactos para apoyar los reclamos financieros que se pueden presentar, o para asignar pagos a los servicios de gestión de residuos procurados. Además, a menudo hay interés en conocer el destino de los hidrocarburos derramados y, en particular, en conocer la cantidad de hidrocarburos recuperados, en comparación con lo que se derramó.

Se debe diferenciar entre las distintas clases de residuos que se determinen importantes para el derrame. Para las respuestas que cubren varios sitios de limpieza, las instalaciones y los sitios de gestión/eliminación de residuos, la tarea de gestión de datos puede ser amplia y compleja. Así como registrar el peso o el volumen de todos los tipos de residuos generados y transferidos entre los sitios, el análisis de las muestras puede ser deseable para estimar la cantidad de hidrocarburos en el derrame. Para fines de contabilidad, puede ser útil mantener dos tipos de "hojas de balance", una para residuos y otra para hidrocarburos. La primera ofrece un registro de todos los residuos producidos y da seguimiento a su progreso hasta la reutilización o la eliminación finales. La segunda registra la cantidad del hidrocarburo recuperado y su destino.

Se debe considerar la naturaleza potencial y la magnitud de la tarea de gestión de datos en las etapas de planificación para contingencias ante derrames de hidrocarburos y esbozar los protocolos generados o los recursos identificados con conocimientos en esta área que se puedan contratar para ayudar en el caso de un derrame de hidrocarburos.

Se deben usar notas de envío que registren la transferencia de residuos de un sitio a otro y en particular cuando cambia la responsabilidad de la gestión, por ejemplo del generador al transportista. En el Apéndice B se proporciona un ejemplo de una nota de envío de residuos típica.

Se deben mantener los datos y los registros de la operación de residuos durante un período especificado después de finalizar la iniciativa de respuesta al derrame de hidrocarburos. Se debe determinar el período de retención mínimo para esta información tomando en cuenta los requisitos legales, financieros y de intereses externos y esto se debe detallar en el plan de contingencias para derrames de hidrocarburos o en el plan de gestión de residuos.

Recolección y almacenamiento de residuos

Recolección de residuos

Se debe organizar la recolección de forma que el material residual se pueda remover fácilmente del agua o tierra. Las técnicas de recolección deben procurar minimizar la cantidad de residuos generados y separar los residuos adecuadamente.

Almacenamiento temporal *in situ*/cerca del sitio

El establecimiento y la gestión de almacenamiento temporal de residuos, cuando sea necesario, debe permanecer como un área de alto enfoque de la operación de respuesta. La gestión incorrecta de los controles claves como el inventario de los residuos, el monitoreo del movimiento de los residuos, el muestreo de los residuos o del escurrimiento del agua de lluvia puede provocar dificultades en términos de contaminación adicional, residuos no separados o tratamiento y eliminación no óptimos. Estos pueden añadirse al tiempo, el costo y el impacto ambiental potencial de la operación de respuesta al derrame.

A menudo se establecen áreas de almacenamiento temporal *in situ* cerca de los sitios de limpieza para facilitar la actividad de limpieza y colocar los residuos impregnados de hidrocarburos en una posición en la que no se remobilizan por el medio ambiente. Estos son generalmente áreas de emergencia pequeñas y de corta duración para el depósito inmediato de residuos que surgen de una limpieza antes de transferirlos a un sitio de almacenamiento intermedio o de largo plazo o a instalaciones para tratamiento y eliminación. También pueden ser lugares de importancia para separar y cuantificar los tipos y volúmenes de los residuos y para emprender el tratamiento previo *in situ* para reducir los volúmenes de los residuos que requieren transporte. Se debe notar que, en ciertas circunstancias, puede estar disponible equipo y el transporte adecuado, lo que permite que los residuos impregnados de hidrocarburos sean transportados directamente desde el sitio contaminado a instalaciones para tratamiento/eliminación sin requerir almacenamiento *in situ*.

Cuando se requieren áreas de almacenamiento, se debe prestar consideración particular a los lugares cercanos a los sitios de limpieza; se debe tener cuidado de asegurar que estos se ubiquen lejos de áreas o hábitats sensibles, fuera del alcance del mar, mareas, olas o niveles variables de ríos y alejados de áreas residenciales. Debe haber suficiente espacio para la separación de los residuos y, de manera ideal, los sitios deben ser accesibles por carretera. Se debe obtener el permiso de los propietarios de la tierra, la autoridad local y los reguladores medioambientales antes de establecer el sitio. Durante la planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos se debe dar consideración a la necesidad de una función de almacenamiento temporal *in situ*/cerca del sitio. De manera ideal y cuando sea posible, los sitios se deben identificar y acordar con las partes implicadas relevantes e incluir en los planes de contingencias para derrames de hidrocarburos. Cuando esto no es posible, los planes de contingencias para derrames de hidrocarburos deben incluir guías acerca de los criterios para la selección del sitio y los mapas de sensibilidad deben incluir la información relacionada con estos criterios.

Se debe preparar el sitio de almacenamiento temporal de tal forma que permita el manejo y el almacenamiento seguros y eficientes de los residuos, para evitar contaminación de las zonas circundantes. Se debe proteger el suelo y el subsuelo con membranas impermeables al agua o geotextiles, idealmente sobre una base de grava o arena fina para evitar que la membrana se perfore. Los sitios en contenedores se deben proteger de la lluvia con cubiertas (por ejemplo, lonas o tapas en los contenedores) y el drenaje de la zona se debe hacer mediante un sistema de canales. En regiones sujetas a calor extremo, ciertos contenedores de almacenamiento, especialmente las bolsas de plástico, se deben proteger de la exposición prolongada a la luz solar directa, ya que esto puede ocasionar la descomposición del material.

Tabla 6 Ejemplos de almacenamiento temporal e in situ y consideraciones relevantes

| Tipo de almacenamiento | | Consideraciones |
|---|--|---|
| <p>En el mar/en agua</p>  <p>Tanques integrados en las embarcaciones Barcazas/vejigas inflables</p>  <p>Tanques calentados</p> | | <ul style="list-style-type: none"> • Se deben separar los residuos para optimizar el almacenamiento, el manejo y la eliminación. • Se debe mantener la recuperación de agua a un mínimo para maximizar el espacio disponible para el hidrocarburo recuperado. • El uso de buques tanque puede aumentar los costos, y estos pueden ser difíciles de vaciar y limpiar después de la operación. • Se debe asegurar el almacenamiento en muelles para evitar fugas. • Se requieren tapas para evitar fugas con el movimiento de la embarcación. • Se recomiendan ampliamente los buques tanques con calefacción para facilitar la transferencia del hidrocarburo desde la embarcación. • Al seleccionar almacenamiento en el mar, se debe prestar consideración a las instalaciones de transferencia en la costa para garantizar que los residuos se puedan transferir de manera efectiva. |
| <p>En la costa/en tierra</p>  <p>Contenedores Tanques portátiles</p>  <p>Sacos</p>  <p>Pozos recubiertos</p>  <p>Barriles</p> | | <ul style="list-style-type: none"> • Se deben separar los residuos para optimizar el almacenamiento, el manejo y la eliminación. • Los tanques de almacenamiento se deben ubicar en un terreno firme y nivelado, diseñado para evitar la contaminación secundaria. • Las instalaciones se debe encontrar a cercana proximidad del equipo de recuperación para limitar el potencial de contaminación secundaria. • Se requiere el acceso adecuado a vehículos pesados para retirar agua y residuos del sitio. • Las instalaciones d almacenamiento deben estar ubicadas por encima de niveles variables del agua, por ejemplo, amplitud de las mareas o zonas susceptibles de inundación, etc. • Es necesaria una cubierta impermeable al agua para evitar infiltración del agua de lluvia. • El escurrimiento de la lluvia desde zonas potencialmente contaminadas se debe encausar a una trampa de aceite. • Se deben recubrir los pozos con materiales impermeables para evitar la contaminación del suelo. • Se deben marcar y acordonar claramente las zonas de almacenamiento donde exista un riesgo para la salud del personal. • Es posible que se requiera seguridad para evitar vertederos no autorizados. |

Almacenamiento temporal de residuos in situ en sacos colocados sobre recubrimientos impermeables en el frente de playa.

Se deben etiquetar los contenedores de almacenamiento con los contenidos, las cantidades y las etiquetas de peligro relevantes antes del transporte y transferir la documentación relevante al conductor o al manipulador de los residuos. En algunos países esto es legalmente obligatorio.

Se debe elegir y configurar el equipo de almacenamiento en función del sitio y las características de la contaminación. También se debe considerar la accesibilidad del transporte al sitio. La Tabla 6 presenta varios ejemplos diferentes de posibles métodos de almacenamiento.



ITOPF

Almacenamiento intermedio

Después de que los residuos se han separado y almacenado en contenedores apropiados en el sitio, a menudo será transportado a los sitios de almacenamiento donde permanece en espera de su eliminación final. En ciertas circunstancias, donde lo permita la infraestructura local, los residuos pueden ir directamente a un sitio final de reutilización, reciclaje o eliminación (ver estudio de caso 5 en la página 26). Esto es preferible, cuando es posible, ya que reduce el manejo innecesario y las oportunidades de manejar incorrectamente los residuos. El envío de los residuos directamente a su destino final también reduce los costos generales de limpieza debido a los menores costos de manejo, transporte y almacenamiento.

La Figura 2 en la página 6 muestra estructuras geográficas esquemáticas alternativas a las etapas de almacenamiento de los residuos. La transferencia y el almacenamiento eficientes de los residuos recuperados es una parte esencial de la gestión de residuos. Si los residuos no se retiran del sitio de recuperación, operaciones posteriores podrían verse obstruidas upstream y downstream.

El objetivo de establecer el almacenamiento intermedio de los residuos es contar con un sitio de amortiguamiento entre el almacenamiento temporal en los sitios de limpieza y las instalaciones de tratamiento o sitios de almacenamiento a largo plazo. Este amortiguamiento ayuda a gestionar los flujos fluctuantes de residuos y alivia las situaciones en las que se puede exceder la capacidad de almacenamiento temporal o del

transporte. El sitio de almacenamiento temporal también permite la clasificación, el reenvasado y la contabilidad de los residuos antes de transferirlos al almacenamiento a largo plazo o al tratamiento.

Generalmente, estas instalaciones deben ser temporales, deben existir de algunas semanas a unos cuantos meses, y se debe rehabilitar el sitio una vez que todos los materiales son transferidos a almacenamiento a largo plazo o a instalaciones de tratamiento/eliminación. Sin embargo, al diseñar el sitio, se debe considerar la posibilidad de que pueda ser ocupado más tiempo, incluso años.



Abajo: La remoción de residuos desde el sitio de recuperación permitirá que la operación de limpieza continúe

Se deben considerar un gama de criterios al seleccionar un sitio (o sitios) para el almacenamiento intermedio, es decir, el sitio debe:

- tener la capacidad de atender varios sitios de almacenamiento temporal que generalmente se ubican de 5 a 30 k de distancia;
- estar ubicado a una distancia adecuada de zonas residenciales;
- estar ubicado a nivel del suelo, en una gradiente cerca del nivel, o en un sitio que pueda escalonarse como tal; permita un acceso adecuado a camiones y otro tipo de equipo pesado, considerando el impacto de los movimientos del tráfico en la red de caminos locales;
- contener un área suficiente para permitir la separación eficaz de los residuos, la descontaminación de los vehículos y la maquinaria, un sistema de drenaje cerrado con trampas de aceite, cercado de seguridad y el establecimiento de un sistema de tráfico de un solo sentido;
- ofrecer un medio para proteger los residuos de condiciones meteorológicas adversas (por ejemplo, viento y lluvia); de manera ideal, estar ubicado en un lugar donde la superficie subyacente del área de almacenamiento sea impermeable, y
- estar ubicado lejos de humedales, áreas de captación de lluvia, áreas susceptibles de inundaciones o áreas que forman cauces naturales de drenaje.

El diseño de las instalaciones debe ofrecer protección del suelo mediante el uso de una membrana gruesa e impermeable además de geotextil y una grava fina para evitar perforaciones. Se debe diseñar un sistema de drenaje interno que incorpore una trampa de aceite con una instalación para recuperar el hidrocarburo. Las áreas limpias y las potencialmente contaminadas se deben separar y el escurrimiento de las áreas limpias se debe desviar del sitio. Se debe organizar un sistema de tráfico de un sentido para facilitar la operación eficiente y minimizar los riesgos de colisiones. Además, se debe designar un área para el lavado de camiones y otros equipos.

Se recomienda buscar el consejo de especialistas (por ejemplo, hidrogeólogos) respecto al diseño y la ubicación de los sitios de almacenamiento intermedio para garantizar la minimización del riesgo de daños ambientales adicionales y el potencial de responsabilidad a mayor plazo. También se debe consultar a las autoridades para asegurarse de que los sitios cumplan con los reglamentos locales. En la mayoría de los casos, se necesitará obtener una licencia de las autoridades locales. Se deben inspeccionar las áreas de almacenamiento temporal para garantizar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios aplicables y la contención adecuada. Se debe corregir cualquier deficiencia que se identifique durante la inspección tan pronto resulte práctico.

Consideraciones para la gestión operativa para los sitios de almacenamiento de residuos

- Los manipuladores de residuos deben mostrar evidencia de competencia como un registro legal o, cuando no exista dicho registro, una experiencia comprobable de manejo de residuos.
- Se deben marcar los lotes de residuos de acuerdo con el tipo de residuo y la fuente, la fecha de recepción y la fecha de muestreo.
- Se deben retener los documentos durante un período definido.
- Los sitios deben estar establecidos en áreas con buenas rutas de acceso.
- Los contenedores de almacenamiento deben ser compatibles con los tipos de residuos.
- Cuando resulte viable, se debe prestar consideración a la consolidación de los residuos usando compactadores para reducir el volumen de residuos antes del almacenamiento o el transporte.
- Los contenedores deben ser a prueba de fugas para evitar la contaminación secundaria.
- Toda el agua contaminada que se produzca en el sitio se deben tratar de forma que se evite el daño medioambiental.

Almacenamiento a largo plazo

El almacenamiento de residuos a largo plazo, es decir, durante periodos mayores a un año, permite:

- tiempo para confirmar o identificar las opciones e eliminación final;
- realizar la separación de los residuos mezclados;
- la preparación para la eliminación final, negociar los contratos, permisos y tiempos de escala, etc., y
- la liberación controlada de los residuos para tratamiento a tasas que se puedan manejar por la infraestructura disponible.

Los principios para la selección y el diseño del sitio para los sitios de almacenamiento a largo plazo son similares a los principios para los sitios intermedios (ver Tabla 7). Sin embargo, en este caso, es posible que el sitio pueda existir durante varios años, y este período mayor de ocupación debe, por lo tanto, tomarse en cuenta en la evaluación de los factores relativos a la selección del sitio y la calidad del diseño. Por ejemplo, se deben considerar instalaciones adicionales como un área exclusiva para desempacar, pozos totalmente impermeables y recubiertos, un sistema de recuperación del drenaje y de agua con una planta de tratamiento de agua, instalaciones de almacenamiento cubiertas y un sistema de ventilación para evitar acumulaciones de gas. Además, se deben considerar sistemas de monitoreo de las aguas subterráneas para asegurar que funcione el sistema de protección del suelo y las aguas subterráneas. Nuevamente, es posible que el sitio necesite permiso de las autoridades locales; pueden establecerse condiciones específicas para el permiso respecto de los sistemas de monitoreo y de generación de informes de los datos.

En situaciones donde haya instalaciones existentes que puedan estar disponibles para usarse como sitio de almacenamiento a largo plazo, se debe confirmar su disponibilidad para dicho uso. Esto puede incluir una revisión de la capacidad del sitio para aceptar os residuos adicionales de la operación del derrame de hidrocarburos, las condiciones del permiso del sitio y un registro operativo de los propietarios del sitio. Puede ser útil una auditoría de las instalaciones previa al uso, se deben identificar los controles administrativos adicionales, en caso de ser necesarios para garantizar el manejo adecuado de los residuos de la operación de limpieza.

En todos los casos de almacenamiento a largo plazo, vale la pena considerar un programa de inspección periódica y/o auditorías de las instalaciones y su gestión para asegurar un estándar de desempeño continuo en la prevención de la contaminación y la gestión de residuos.

Tabla 7 Resumen de las consideraciones de la selección, diseño y base de referencia del sitio para los sitios de almacenamiento intermedio y a largo plazo de residuos.

| Criterios | Almacenamiento intermedio | Almacenamiento a largo plazo |
|---|---|---|
| Ocupación | <ul style="list-style-type: none"> Plan de ocupación del sitio durante 0 a 1 año | <ul style="list-style-type: none"> Plan de ocupación del sitio hasta durante 10 años |
| Capacidades típicas de almacenamiento | <ul style="list-style-type: none"> superficie de 1500 a 3000 m² Pozos de almacenamiento (de 100 a 200 m³) almacenamiento para desechos, bolsas, etc. | <ul style="list-style-type: none"> superficie de 20.000 a 100.000 m² Pozos de almacenamiento (de 1000 a 10.000 m³) Clasificación, tratamiento previo, estabilización |
| Distancia al sitio de recuperación o de almacenaje previo | <ul style="list-style-type: none"> Generalmente no más de 5 km Ocasionalmente hasta 30 km | <ul style="list-style-type: none"> No más de 50 a 100 km o una hora por carretera del almacenamiento previo |
| Acceso y movimientos de tierra | <ul style="list-style-type: none"> Es preferible el acceso de camiones pesados | <ul style="list-style-type: none"> Es necesario el acceso de camiones pesados |
| Condiciones del terreno | <ul style="list-style-type: none"> Plana y con pendientes, con capacidad de alojar tanques de estabilización Pueden requerirse instalaciones con recolección de escurrimientos de lluvia | <ul style="list-style-type: none"> Plana y con pendientes para alojar tanques de estabilización Construir instalaciones adecuadas para recolección de escurrimientos |
| Consideraciones hidrogeológicas | <ul style="list-style-type: none"> La capacidad de resistir cargas debe ser adecuada Subsuelo impermeable, natural o artificial Evitar sistemas de mantos freáticos | <ul style="list-style-type: none"> La capacidad de resistir cargas debe ser adecuada Subsuelo impermeable, natural o artificial Evitar sistemas de mantos freáticos |
| Condiciones medioambientales | <ul style="list-style-type: none"> A una distancia segura de zonas pobladas (generalmente > 100 m) Evitar sitios sensibles desde el punto de vista cultural o arqueológico | <ul style="list-style-type: none"> A una distancia segura de zonas pobladas (generalmente > 100 m) Plan para el impacto de camiones Evitar sitios sensibles desde el punto de vista cultural o arqueológico Amortiguamiento para áreas sensibles |
| Información de referencia | Información relevante a los posibles impactos y requisitos de restauración, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> Calidad del suelo Calidad del agua | Información relevante a los posibles impactos y requisitos de restauración, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> Calidad del suelo Calidad del agua |
| Consideraciones administrativas y de mantenimiento | <ul style="list-style-type: none"> Clasificar los residuos Evaluar las cantidades Organizar los contratos para la eliminación final Manejo del agua Seguridad para evitar vertederos no autorizados. Restauración del sitio | <ul style="list-style-type: none"> Clasificar los residuos Evaluar las cantidades Organizar los contratos para la eliminación final Manejo del agua Seguridad para evitar vertederos no autorizados. Restauración del sitio |

Esta información se recopila generalmente durante la planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos para predeterminar las zonas que son potencialmente adecuadas para el almacenamiento de los residuos.

Transporte de residuos

Durante las operaciones de limpieza, tanto en tierra como en el mar, se tendrán que transportar los residuos dentro del área de la respuesta y a mayores distancias en campo hacia los sitios de almacenamiento y eliminación. En algunas circunstancias, puede ser necesario transportar los residuos a otro país.

El transporte de residuos dentro del sitio de operaciones requerirá del uso de vehículos pequeños como camiones de volteo, cargadores frontales y vehículos todoterreno; en áreas inaccesibles, pueden ser necesarias aeronaves y en casos extremos, helicópteros. En algunas circunstancias, es posible que no existan alternativas al transporte manual. En dichos casos, durante la limpieza, se debe prestar especial atención al mantenimiento de un tamaño y peso máximos de los contenedores de materiales residuales.

La transferencia de los residuos desde los sitios de recuperación a los sitios de almacenamiento, también se debe realizar por medio de vehículos adecuados, por ejemplo, pipas para residuos líquidos y camiones sellados para residuos sólidos. En una emergencia, se pueden utilizar una cantidad de vehículos que normalmente no se utilizan para transportar hidrocarburos. Estos pueden incluir camiones de aspiración, camiones contenedores, camiones de volteo, contenedores o camiones para transporte de basura. De manera ideal, en el plan de contingencias para derrames de hidrocarburos, las fuentes de transportes se deben identificar y los arreglos se deben realizar con anticipación.

Se debe considerar y definir la protección adecuada de los diferentes tipos de transporte desde protección contra la contaminación por hidrocarburos hasta, por ejemplo, recubrimiento con material impermeable. Es importante garantizar que estos vehículos de transporte no tengan fugas y que sean descontaminados cuidadosamente antes de abandonar el sitio para reducir la contaminación secundaria de carreteras y caminos de acceso. Se deben considerar debidamente los requisitos legislativos locales, y se debe notar que las licencias de transporte a menudo serán requeridas para el movimiento de residuos peligrosos.

De manera particular, cuando se utilicen vehículos, se deben planificar las rutas de transporte para asegurar que la operación se efectúe de manera eficiente, con seguridad y con un riesgo mínimo al medio ambiente y a la población. Cuando se utilicen caminos estrechos, se deben evaluar las opciones para establecer un sistema de transporte de un solo sentido y cuando sea posible, implementarlo. Son útiles la capacitación y la



Derecha: eliminación in situ de residuos de una playa inaccesible a vehículos; extremo derecho: levantamiento aéreo de bolsas de residuos





ITOPF



ITOPF

Extremo izquierdo: transferencia de residuos a una barcaza recubierta para evitar contaminación por hidrocarburos; izquierda: transferencia in situ

concienciación de las empresas de transporte y los conductores respecto de la seguridad y los riesgos medioambientales de la operación. Se debe poner énfasis en la conducción segura a velocidades adecuadas al camino y el uso de los demás.

Envío de residuos

Se debe documentar todo el transporte de residuos que salga del sitio de limpieza. Esto permite a la organización que genera los residuos ejercer la obligación de cuidar su manejo y eliminación para reducir el potencial de vertido ilegal u otro tipo de almacenamiento o eliminación inadecuado, y satisfacer los requisitos reglamentarios y los informes públicos. En dicha documentación, que puede adoptar la forma de notas de envío o similares, debe registrar la cantidad y el tipo de residuos recolectados y el recibo del mismo residuo en el siguiente sitio de las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o eliminación. En el Apéndice B, se proporciona un ejemplo de nota de envío. La documentación debe registrar una cadena de custodia para los residuos a medida que la gestión y el manejo se transfieren entre las organizaciones.

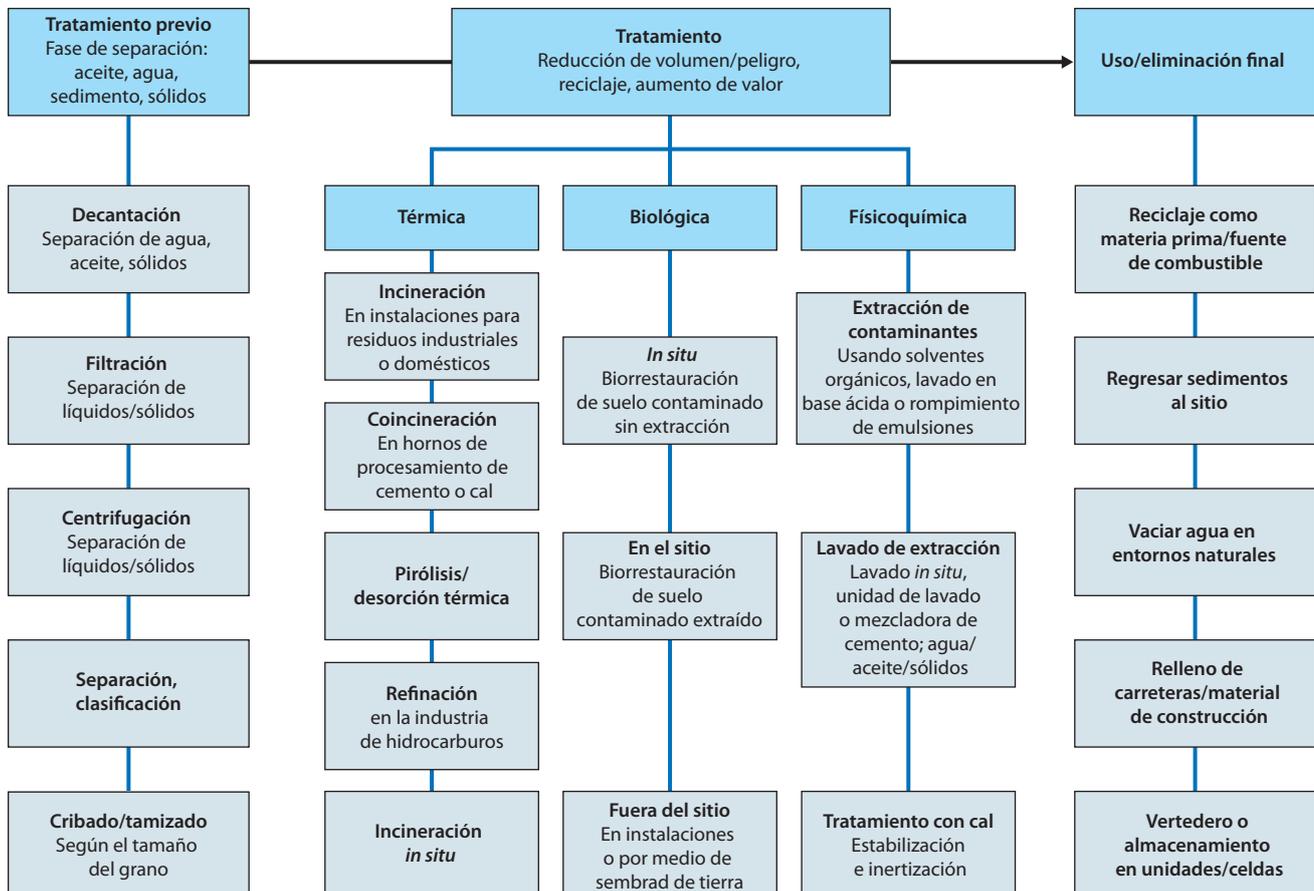
Tratamiento previo, tratamiento y eliminación final de residuos

Uno de los objetivos de cualquier operación de limpieza de derrames de hidrocarburos es finalmente tratar, reciclar o eliminar los residuos impregnados de hidrocarburo de una manera eficiente y segura para el medioambiente. Las opciones seleccionadas de tratamiento y eliminación dependerán de la cantidad y tipo de hidrocarburo y desechos impregnados de hidrocarburos, la ubicación del derrame, las consideraciones medioambientales y jurídicas, la infraestructura disponible y los posibles costos involucrados.

Se pueden definir tres categorías principales de gestión de residuos, es decir, tratamiento previo, tratamiento y uso/eliminación final. El objetivo del tratamiento previo es generalmente la separación de las diferentes fases de los residuos recuperados (hidrocarburo, agua y sólidos). Esto puede servir para reducir la cantidad del material residual que requiere tratamiento o eliminación, o se puede utilizar para separar los residuos en componentes que son más fácilmente manipulados, tratados o eliminados. El tratamiento de los residuos es un conjunto de actividades que reduce la cantidad de los residuos o su condición de peligrosidad, o las cuales reciclan los residuos o incrementan su valor por medio de la recuperación de energía o la conversión a un material que se puede usar de manera productiva. La gestión eficaz de los residuos es mediante la eliminación, generalmente a tierra o agua, o el uso productivo del material de residuo que se puede derivar de las actividades de tratamiento previo y de tratamiento.

La amplia gama de opciones disponibles para cada una de estas categorías se resume en la Figura 6.

Figura 6 Resumen de las opciones de tratamiento previo, tratamiento y eliminación de residuos impregnados de hidrocarburos (fuente: modificado de CEDRE 2011)



En la Tabla 8 se proporciona información adicional acerca de una cantidad de clases frecuentes de opciones de tratamiento y eliminación para residuos generados durante una respuesta a un derrame. Se resumen las técnicas junto con algunas consideraciones para la evaluación de la idoneidad del método de tratamiento/eliminación.

Tabla 8 Resumen de opciones de tratamiento y eliminación disponibles para residuos impregnados de hidrocarburos

| Método de tratamiento/eliminación | Proceso | Consideraciones |
|---|--|---|
| Reprocesamiento  | <ul style="list-style-type: none"> Se recupera el hidrocarburo con un bajo contenido de agua y desechos y, a continuación, se reprocesa a través de una refinería de petróleo o una planta de reciclaje. El hidrocarburo se puede entonces reutilizar, la opción preferida identificada en la jerarquía de residuos (ver Figura 3) | <ul style="list-style-type: none"> Las refinerías no aceptan hidrocarburos con un alto contenido de sal debido a que ocasiona daño irreversible por corrosión a las tuberías. Tampoco son aceptables hidrocarburos fuertemente contaminados con agua, sedimentos o desechos. |
| Separación agua/aceite  | <ul style="list-style-type: none"> La separación generalmente sucede por gravedad, es decir, el agua aceitosa se pone en un pozo recubierto para permitir la separación. A continuación, se usa un skimmer para retirar el aceite de la superficie. A menudo, también se utiliza equipo especial o el que se encuentra en las instalaciones para el procesamiento de petróleo para separación. También puede estar disponible centrifuga especiales o tecnología de filtración para la separación más precisa del aceite y el agua. | <ul style="list-style-type: none"> Los residuos de agua impregnadas de hidrocarburos de las técnicas de separación también pueden recibir tratamiento adicional, por ejemplo, a través de un sistema de separadores de embalse, ya que el contenido de hidrocarburo es todavía demasiado alto para liberarse en el medio ambiente. |
| Rompimiento de emulsiones  | <ul style="list-style-type: none"> Se puede emplear el calor para romper emulsiones a las fases oleosa y acuosa. En algunos casos, se pueden requerir productos químicos especiales para rompimiento de emulsiones. Una vez separado, el hidrocarburo recuperado se puede mezclar en la alimentación de la refinería o reprocesarse. | <ul style="list-style-type: none"> Cualquier producto químico utilizado puede permanecer en el agua después de la separación, por lo que es posible que se requiera tratamiento antes de liberarse al medio ambiente. |
| Estabilización  | <ul style="list-style-type: none"> Es posible estabilizar el hidrocarburo usando sustancias inorgánicas como cal viva (óxido de calcio), cenizas volantes o cemento. La estabilización forma una mezcla inerte que reduce el riesgo de que el hidrocarburo se filtre y de esta forma se pueda enviar a vertederos con menos restricciones que el hidrocarburo libre. | <ul style="list-style-type: none"> El contacto con la cal viva puede provocar irritación en los ojos, piel, sistema respiratorio y tracto digestivo. La cal viva reacciona con el agua, liberando suficiente calor para encender materiales inflamables. Los productos residuales a menudo aumentan en volumen. Aunque son menos peligrosos, hay una mayor cantidad que manipular. |

continúa...

Tabla 8 Resumen de opciones de tratamiento y eliminación disponibles para residuos impregnados de hidrocarburos (continuación)

| Método de tratamiento/eliminación | Proceso | Consideraciones |
|---|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • La biorremediación se utiliza para acelerar la descomposición microbiana natural del hidrocarburo. • Un ejemplo de biorremediación es el arado de la tierra. Los desechos impregnados de hidrocarburos con un contenido relativamente bajo de hidrocarburo, se esparcen uniformemente sobre la tierra y se mezclan completamente entre el suelo para propiciar la descomposición natural por los microorganismos. • Para derrames en tierra, puede ser posible corregir los suelos o rocas contaminadas <i>in situ</i>, eliminando así el manejo y el tratamiento de residuos sólidos impregnados de hidrocarburos. | <ul style="list-style-type: none"> • El material de biorremediación puede necesitar mezclarse a intervalos para promover la aireación; se puede agregar fertilizante de ser necesario y se debe considerar la idoneidad de la ubicación, por ejemplo, la distancia adecuada de acuíferos potables. • Se está volviendo difícil encontrar tierras agrícolas adecuadas para la biorremediación. • Las consideraciones de disponibilidad de espacio, clima y agua pueden limitar la utilidad de esta opción. • Use un enfoque basado en el riesgo para evaluar si la biorremediación <i>in situ</i> es la mejor opción medioambiental practicable. • Se debe evaluar la idoneidad de instalaciones de biorremediación fuera del sitio antes de usarse para evitar contaminación secundaria e impactos a los mantos freáticos. |
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Implica la limpieza de guijarros y piedras, ya sea <i>in situ</i> o en un sitio separado para tratamiento. • Para piedras grandes y rocas cubiertas de aceite, la limpieza se puede efectuar a través del lavado en una parrilla que permita que el agua impregnada de hidrocarburo se drene para el tratamiento. • Para contaminación ligera, las piedras grandes y guijarros se pueden mover a la zona de rompiente para la limpieza natural. La energía de las olas las regresará a su posición original con el tiempo. • Durante el lavado en la zona de rompiente, el contaminante se recolecta en la superficie del mar por medio de redes o barreras absorbentes. | <ul style="list-style-type: none"> • La remoción de materiales para lavado solo se debe considerar cuando los sedimentos contienen una gran cantidad de aceite debido a que consume tiempo, es costoso, produce una gran cantidad de agua residual impregnada de hidrocarburos y a menudo es difícil definir cuándo el material está libre de aceite y se puede regresar a la playa. |
|  | <ul style="list-style-type: none"> • El método preferido es el lavado de la arena <i>in situ</i> en la zona de rompiente. • Durante el lavado en la zona de rompiente, el contaminante se recolecta en la superficie del mar por medio de redes, barreras o trampas absorbentes. • Para sedimentos arenosos, se puede utilizar equipo especializado para limpieza de arena. • También es posible agregar un solvente adecuado, cuando está permitido, para ayudar en el proceso. | <ul style="list-style-type: none"> • En general, no se recomiendan la extracción y el lavado de arena. Son tardados, costosos y producen una gran cantidad de agua residual impregnada de hidrocarburos que requiere tratamiento. Es a menudo difícil determinar cuándo el sedimento está libre de hidrocarburo o de solvente y se puede regresar a la playa. |

continúa...

Tabla 8 Resumen de opciones de tratamiento y eliminación disponibles para residuos impregnados de hidrocarburos (continuación)

| Método de tratamiento/eliminación | Proceso | Consideraciones |
|---|--|---|
| <p>Incineración</p>  | <ul style="list-style-type: none"> Una tecnología de tratamiento que implica la destrucción de los residuos por quema controlada a altas temperaturas. En el caso de residuos impregnados de hidrocarburos, las altas temperaturas descomponen los hidrocarburos. Los sólidos restantes se reducen a cenizas menos voluminosas y generalmente inertes. Los incineradores industriales de alta temperatura tienen la capacidad de procesar los residuos impregnados de hidrocarburos. Se pueden admitir pequeñas cantidades en incineradores de residuos domésticos. Las fábricas y los hornos de cemento son a menudo un método permitido y viable y reducen los costos, ya que los residuos tratados pueden en ocasiones utilizarse como materia prima o como un combustible alternativo. Existen opciones de incineradores móviles y se pueden establecer en el sitio de la limpieza del derrame. | <ul style="list-style-type: none"> Es posible lograr hasta un 99% de reducción en el volumen de los residuos. El uso de incineradores portátiles está con frecuencia prohibido por la ley que estipula que la ubicación debe tener un permiso y se debe realizar una evaluación del impacto ambiental debido a la contaminación atmosférica. Los hidrocarburos recuperados de ambientes marinos pueden contener sal; su naturaleza altamente corrosiva puede hacer que los residuos no sean adecuados para la incineración. La oferta de incineradores industriales de altas temperaturas es limitada, por lo cual no son adecuados para procesar grandes cantidades de residuos, y a menudo son costosos. Las cenizas residuales se deben eliminar adecuadamente. |
| <p>Pirólisis y desorción térmica</p>  | <ul style="list-style-type: none"> La pirólisis es un ejemplo de tratamiento térmico a alta temperatura. Este método convierte los residuos orgánicos impregnados de hidrocarburos en gas y residuos sólidos a través del calentamiento indirecto sin oxígeno. El proceso se usó históricamente para destilar carbón, pero actualmente se utiliza para tratar con materiales residuales industriales contaminados con hidrocarburos. La desorción térmica tiene como objetivo separar los contaminantes de los sedimentos. Esto se logra mediante el calentamiento de los residuos para vaporizar los contaminantes, sin oxidarlos. La desorción térmica se puede realizar como desorción térmica de alta temperatura (320-560° C) o desorción térmica de baja temperatura (90-320° C). La última es la más utilizada para remediar suelos con contenido de hidrocarburos ya que permite que el suelo tratado mantenga la capacidad de soportar actividad biológica y la recuperación del hidrocarburo sin "agrietamiento". | <ul style="list-style-type: none"> Debido a la naturaleza especializada y a la sofisticación de la planta, se puede incurrir en altos costos. El alto contenido orgánico o de humedad puede incrementar los costos e incrementar la dificultad de tratar las emisiones de gas. El alto contenido de sedimentos puede potencialmente dañar la unidad de proceso. Todo lo que tenga un diámetro mayor a 60 mm se debe retirar antes del proceso. |

continúa...

Tabla 8 Resumen de opciones de tratamiento y eliminación disponibles para residuos impregnados de hidrocarburos (continuación)

| Método de tratamiento/eliminación | Proceso | Consideraciones |
|---|---|--|
| <p>Incineración</p>  | <ul style="list-style-type: none"> Los residuos impregnados de hidrocarburos que contienen un bajo porcentaje de aceite (% variable en función de las circunstancias) puede ser adecuado para eliminación conjunta con residuos domésticos no peligrosos y llevarse a vertederos designados. Los vertederos establecidos generalmente están recubiertos, lo cual es un requisito para los residuos impregnados de hidrocarburos ya que se evita que el hidrocarburo se infiltre al agua superficial y los acuíferos. Generalmente, también se diariamente, lo que evita la infiltración del agua de lluvia, reduciendo así el potencial de un incremento en la generación de lixiviados. | <ul style="list-style-type: none"> Para recibir este tipo de residuos, los vertederos pueden requerir un permiso especial de la autoridad reglamentaria local y a menudo los volúmenes son limitados. Se debe realizar una prueba química para determinar el contenido peligroso del hidrocarburo en esta etapa. Las preocupaciones de espacio y responsabilidad reducen la disponibilidad de vertederos adecuados para recibir residuos impregnados de hidrocarburos. Sujeto a estricto monitoreo a largo plazo. Incrementa el riesgo de responsabilidad a largo plazo. Opción menos favorable (ver Figura 3 en la página 9). |

La opción más adecuada de las opciones de tratamiento y eliminación dependerá del tipo de residuo. La Tabla 9 identifica algunos de las diferentes opciones de tratamientos y eliminación disponibles relacionados con las diferentes categorías de residuos que se pueden encontrar. Vale la pena, como parte del proceso de planificación para contingencias, crear una tabla similar para equiparar los posibles residuos que se pueden encontrar con las opciones de tratamiento y eliminación disponibles a nivel local.

Tabla 9 Compatibilidad de diferentes métodos de tratamiento y eliminación con diferentes tipos de residuos

| Tipo de residuo | Método de tratamiento/eliminación | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------------------|-----------|
| | Reprocesamiento | Separación agua/aceite | Rompimiento de emulsiones | Estabilización | Biorremediación | Lavado de sedimentos | Tratamiento térmico | Uso de combustible pesado | Vertedero |
| Hidrocarburo puro | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ |
| Aceite y agua | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | |
| Aceite y sedimento (fino o áspero) | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ |
| Aceite y desechos orgánicos | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ |
| Aceite y EPP*/equipo | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ |

* En casos excepcionales, algún tipo de EPP (por ejemplo, botas) se puede lavar a presión y volverse a utilizar.

ESTUDIO DE CASO 6: Tratamiento y eliminación de residuos: exploración de las “alternativas verdes”

Impacto de Macondo, Golfo de México, EE. UU. 2010 (ver también Sweeten, 2012b)

Ocurrió una fuga de gas y una subsecuente explosión en una plataforma petrolera al perforar un pozo de exploración en el prospecto *Macondo* en el Golfo de México. Esto provocó una fuga de crudo al mar antes de que el pozo se sellara. La respuesta costa afuera y en tierra involucró alrededor de 47.000 personas, en su punto más alto. Para tratar con la gran cantidad de residuos y sólidos impregnados de hidrocarburos que se estaban generando, se estableció un equipo de gestión de residuos de alrededor de 125 personas, dividido entre los centros de comando y los sitios en el campo. Una parte de este equipo se dedicó a encontrar y evaluar opciones para reutilizar o reciclar los diferentes tipos de residuos que se estaban generando, como un programa de “alternativas verdes”.

Este programa puso a prueba la viabilidad de opciones promisorias para el reciclaje/reutilización antes de implementar aquellas que probaron ser viables en las circunstancias de este derrame. Las opciones que progresaron a la implementación a escala completa incluyeron:

- reciclaje de polipropileno de las barreras absorbentes para usarse en plástico para piezas automotrices.
- recuperación de energía de 3,8 millones de pies de barreras de contención dañadas, y
- reciclaje y procesamiento de hidrocarburo líquido y emulsiones a productos de aceite mineral.

Aunque el uso de arena impregnada de hidrocarburos y bolas de alquitrán como materiales de ingreso para la producción de asfalto se demostró finalmente en el concepto, el tiempo necesario para satisfacer los procesos reglamentarios para la fase piloto demoró la implementación a escala completa hasta el punto en que no resultó práctico incluirlo en el programa de gestión de residuos.

Los principales beneficios del reciclaje/reutilización y las alternativas verdes incluyeron:

- mantener la capacidad de rendimiento del espacio crítico de vertederos y/o tratamiento;
- crear productos utilizables, y
- crear valor en energía.

La evaluación de las opciones disponibles para el tratamiento previo y el tratamiento de los residuos debe considerar la jerarquía de residuos en el proceso de toma de decisiones, con el objetivo de establecer la mejor opción medioambiental practicable (BPEO, por sus siglas en inglés) o la mejor técnica disponible (BAT) dadas las circunstancias del derrame. Cuando sea práctico, se debe dar prioridad a las tecnologías que generan reducción o un uso benéfico de los residuos

Para los derrames que producen grandes cantidades de residuos de diferentes tipos, puede resultar valioso asignar responsabilidad a una parte del equipo de la respuesta para explorar y evaluar opciones de reciclaje/reutilización. En algunos casos, como en la respuesta al impacto el Macondo en 2010 (estudio de caso 6 y Figura 7), pueden estar disponibles oportunidades que no se consideraron durante la planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos.

Figura 7 Ilustración de un proceso de reciclaje de materiales de barreras para productos de plástico



Gestión de residuos, acciones de la respuesta inicial

Al principio de una respuesta a un derrame de hidrocarburos, la estrategia y el plan de gestión de residuos se deben perfeccionar para equipararse a las circunstancias del derrame en cuestión. Además, ciertas acciones tempranas son útiles para garantizar que el elemento de gestión de residuos de la respuesta empiece de manera oportuna. Algunas de las acciones prácticas que se pueden tomar se resumen en la Tabla 10.

Tabla 10 Acciones prácticas tempranas a tomar en respuesta a un derrame de hidrocarburos para confirmar e implementar la estrategia de gestión de residuos

| Aspecto | Acciones prácticas |
|--|--|
| Establecer la naturaleza de la tarea | <ul style="list-style-type: none"> Recopilar información a través de <i>Guía para estudio de costas impregnadas de hidrocarburos (SCAT)</i> (IPIECA-IOGP, 2014), prediciendo los posibles lugares, cantidades y tipos de residuos impregnados de hidrocarburos que se producirán. Confirmar los tipos de residuos que se pueden esperar. Hacer un estimado cualitativo/semicualitativo del posible volumen de residuos. |
| Tomar medidas tempranas | <ul style="list-style-type: none"> Notificar a los organismos reglamentarios aplicables. Movilizar a los equipos de respuesta inicial para derrames de hidrocarburos. Notificar/movilizar a las empresas de apoyo en la gestión. Tomar los primeros pasos para minimizar los residuos impregnados de hidrocarburos que se producen. Predecir cuál costa puede ser impregnada de hidrocarburos y actuar para retirar desechos de la zona antes de la llegada del hidrocarburo. Implementar los recursos para minimizar el impacto en la salud humana y el medio ambiente. |
| Estrategia y plan de gestión de recursos | <ul style="list-style-type: none"> Confirmar la disponibilidad de las instalaciones permitidas y los usuarios de los residuos. Confirmar la capacidad de almacenamiento de la infraestructura existente. Considerar el medio ambiente y la salud del público y el personal de respuesta. Perfeccionar la estrategia y el plan de gestión de residuos, reflejando la situación práctica. Confirmar la clasificación de los residuos. Definir las necesidades de minimización y separación. Estimar la infraestructura requerida para apoyar la estrategia de gestión de residuos. Identificar los problemas que se deben resolver y asignar responsabilidades para su solución, incluido el enlace con los reguladores. |
| Comunicación/capacitación | <ul style="list-style-type: none"> Asegurarse de que los equipos de gestión del derrame y de limpieza estén familiarizados con la estrategia definida para la gestión de residuos. Asegurar los vínculos para una buena comunicación continua entre los equipos de las operaciones de limpieza y los responsables de la gestión de residuos. |
| Reclutamiento | <ul style="list-style-type: none"> Establecer un proceso definido para el reclutamiento para asegurar que las necesidades de recursos humanos estén satisfechas con personas adecuadamente calificadas. Asegurar los niveles adecuados de personal para la iniciativa de respuesta continua. |
| Cumplimiento | <ul style="list-style-type: none"> Para los acuerdos logísticos complejos, considerar la implementación de un sistema de aseguramiento del cumplimiento incluidas inspecciones auditorías, asesores de gestión de residuos en los sitios de limpieza, notas de envío. |
| Alternativa verdes | <ul style="list-style-type: none"> Probar las opciones generadas durante la planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos. Es posible que los problemas de ubicación, logística, económicos o reglamentarios puedan hacer que una opción sea inadecuada para este derrame en particular. Identificar y evaluar nuevas opciones para reutilización y reciclaje. |

Conclusiones

La gestión de residuos es un componente importante de la mayoría, sino es que de todas, las iniciativas de respuesta a derrames de hidrocarburos. Asimismo, puede ser uno de los aspectos más importantes tanto en términos del impacto operativo como de las cargas medioambientales y financieras a corto y a largo plazo. La gestión eficiente de residuos facilita una operación de limpieza eficiente, puede reducir los riesgos/responsabilidades medioambientales y permite acciones benéficas desde el punto de vista medioambiental a través del reciclaje, la reutilización o la recuperación de energía. Por el contrario, una mala gestión de residuos puede obstruir la iniciativa de limpieza, incrementar los riesgos medioambientales y los costos financieros, y potencialmente generar responsabilidades a mayor plazo debidas a la contaminación secundaria.

Las actividades de gestión de residuos pueden ser complejas y requerir importantes recursos. Pueden involucrar varios tipos de residuos, tanto impregnados de hidrocarburo como no impregnados, ser controlados por leyes nacionales y posiblemente internacionales y requieren de una cadena logística de recolección, transporte, sitio(s) de almacenamiento temporal, reciclaje y/o sitios de eliminación de los residuos.

Para una gestión eficaz de los residuos, es esencial que este potencial de complejidad y los problemas que pueden surgir se comprendan bien, previamente a un evento de derrame, de forma que se puedan planificar y mitigar. La planificación de la gestión de residuos para respuestas a derrames de hidrocarburos es una parte fundamental del proceso de planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos e involucra principalmente:

- prever los tipos, los peligros asociados y las cantidades posibles de residuos que se pueden generar en escenarios de derrames de hidrocarburos;
- identificar los requisitos legales relacionados con los posibles tipos de residuos y, específicamente, la forma de gestionarlos, en términos de su almacenamiento, transporte, tratamiento y eliminación;
- identificar la infraestructura de referencia de los sitios de almacenamiento de residuos, el transporte y las instalaciones de tratamiento y sus capacidades;
- establecer los objetivos de la gestión de residuos de una operación de limpieza, de forma ideal, incorporando en el diseño de la estrategia de limpieza el concepto de la jerarquía de gestión de residuos y especialmente priorizar la prevención y la reducción de residuos; adicionalmente para los residuos generados, identificar y dar prioridad a las opciones de recuperación, reutilización o reciclaje de materiales o energía;
- establecer una estrategia y un plan de gestión de residuos como un componente de los planes de contingencias para derrames de hidrocarburos que identifique los requisitos de gestión de residuos y los recursos disponibles para implementar el plan.

Este proceso de planificación debe destacar los posibles riesgos para la ejecución eficiente de un plan de gestión de residuos. La identificación y la comprensión anticipadas de estos riesgos pueden permitir tomar medidas adecuadas de mitigación de una forma oportuna.

En el caso de un derrame, la minimización de residuos y la estrategia y el plan de gestión se deben reexaminar y refrescar para garantizar que reflejen la situación práctica encontrada y que complementen la estrategia de limpieza para esta respuesta en particular. Las decisiones claves acerca de las soluciones para la gestión de residuos se confirman de mejor manera durante la iniciativa de la respuesta inicial cuando es posible formarse expectativas realistas de la cantidad y el tipo de residuos.

El uso de las técnicas de buenas prácticas descritas en este documento, junto con el desarrollo y la implementación de un plan eficaz de gestión de residuos, complementando el plan de contingencias para derrames de hidrocarburos, debe contribuir a una respuesta eficaz ante un derrame de hidrocarburos.

Referencias y lecturas adicionales

- CEDRE (2011). *Guidance on Waste Management During a Shoreline Pollution Incident. Operational Guidelines*. Manual detallado y práctico que guía todos los aspectos de la gestión de residuos en contaminación de costas. Útiles consejos y listas de verificación acerca de qué hacer y qué no hacer para cada aspecto. Los puntos están bien ilustrados con diagramas y fotografías. (80 páginas).
- Dollhopf, R. and Durno, M. (2011), Kalamazoo River/Enbridge Pipeline Spill 2010. *Proceedings of the 2011 International Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute, Washington DC.
- IPIECA-IOGP (2012). *Oil spill responder health and safety*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 480. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2014). *A guide to oiled shoreline assessment (SCAT) surveys*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 504. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2015). *A guide to oiled shoreline clean-up techniques*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 521. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2015a). *Dispersants: surface application*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 532. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2015b). *Dispersants: subsea application*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 533. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2015c). *Contingency planning for oil spills on water*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 519. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2015d). *At-sea containment and recovery*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 522. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2015e). *Oil spills: inland response*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 514. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2015f). *Economic assessment and compensation for marine oil releases*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 524. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2016). *Controlled in-situ burning of spilled oil*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 523. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA/ITOPF (2007): *Oil Spill Compensation: A Guide to the International Conventions on Liability and Compensation for Oil Pollution Damage*. Una guía que ofrece un resumen de las características fundamentales de las convenciones. Consta de un texto explicativo y una serie de respuestas a preguntas frecuentes. (21 páginas)
- ITOPF (2011). *Disposal of Oil and Debris. Technical Information Paper no. 9*. Este documento resume la naturaleza de los residuos generados de los derrames de hidrocarburos y la forma de minimizar, gestionar, almacenar, transportar y tratar dichos residuos. Se basa en la amplia experiencia de TOPF en respuestas a derrames. Ilustrada con útiles fotografías. (11 páginas)
- MCA (2010a). *Planning the Processing of Waste arising from a Marine Oil Spill: Part 3: Post Incident Planning*. Agencia marítima y costera. Establece un proceso para el análisis y confirmación de la estrategia de gestión de residuos al momento de un incidente de derrame de hidrocarburos. Creada con el fin de enfrentar un incidente de derrame de hidrocarburos en el Reino Unido, aunque los principios contenidos en el documento tienen aplicación más general. (202 páginas)
- MCA (2010b). *Planning the Processing of Waste arising from a Marine Oil Spill; Part 4: Information and Data*. Agencia marítima y costera. Contiene útiles hojas de datos para un amplio rango de opciones de tratamiento y eliminación de residuos de derrames de hidrocarburos. (85 páginas)
- Polaris (2009). *Guidelines and Strategies for Oil Spill Waste Management in Arctic Regions*. Se centra en las consideraciones que son inherentes a la selección de estrategias prácticas y viables para regiones árticas y, en particular, para áreas remotas de la infraestructura existente para la gestión de residuos. (115 páginas)
- Sweeten D. W. (2012). *Keys to Successful Response Waste Management Programs: Experience from the Deepwater Horizon*. SPE Paper 157513.
- Sweeten D. W. (2012b). *Integrating Green Waste Management Strategies into Emergency Response Waste Management Programmes: Examples from the Deepwater Horizon Response*. SPE Paper 157514.

Apéndice A: Ejemplo de la estructura de un plan de gestión de residuos de derrames de hidrocarburos

| Asunto | Contenido | Preguntas útiles para responderse en la planificación |
|--|---|--|
| Introducción | Declaración del alcance, la aplicabilidad y las referencias de los documentos de apoyo. | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Es el plan coherente o se integra o hace referencia cruzada con el plan de contingencias para derrames de hidrocarburos? |
| Alcance y responsabilidad | Declaración de personal, partes involucradas y funciones de gestión del derrame asignados a responsabilidades en el proceso de gestión de recursos. | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué recursos especiales respecto a la gestión de residuos se necesitarán para las diferentes zonas y ubicaciones del derrame? • ¿Cuál será el origen de estos recursos? • ¿Hay empresas locales para la gestión de residuos competentes para proveer la parte de la gestión de residuos del equipo de respuesta a derrames? • ¿Es suficiente la fuerza laboral local para la respuesta inicial de la iniciativa de limpieza ante derrames de hidrocarburos? • ¿Se cuenta con contratos para respuesta a emergencias para trabajar con contratistas e instalaciones locales en caso de un derrame? • ¿Se han definido y programado la capacitación y los simulacros de gestión de residuos? |
| Requisitos jurídicos | Enumeran y describen los reglamentos y las leyes aplicables y la manera en que la gestión de residuos cumplirá estos requisitos. | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la legislación aplicable que rige el tratamiento y la eliminación de residuos impregnados de hidrocarburos? • ¿Quiénes son los reguladores que se deben consultar acerca del almacenamiento, el tratamiento y la eliminación de residuos? • ¿Existen aspectos en la ley que pudieran evitar el almacenamiento, el tratamiento y la eliminación de residuos impregnados de hidrocarburos eficientes y conscientes del medio ambiente en caso de un derrame? |
| Política/estrategia | Declaración de los objetivos de la política/estratégicos para la gestión de residuos, incluidos, por ejemplo, la minimización, la planificación temprana, el reciclaje y a eliminación. | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Se abordan claramente los asuntos de la gestión de residuos en los objetivos de limpieza? • ¿Cuáles declaraciones de estrategia/política se requieren para a gestión de residuos? |
| Descontaminación | Procedimientos y responsabilidades para la descontaminación de equipos y personal (o referencia cruzada de dónde esto se desarrolle en otro sitio). | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Se cuenta con acuerdos para descontaminar equipos y personal para evitar la contaminación secundaria? |
| Residuos y clasificación | Describe los residuos esperados o típicos de una respuesta a derrames, la forma en que estos se clasifican, las pruebas o procedimientos utilizados para clasificar y separar los residuos y el envasado y etiquetado (donde y si es aplicable). | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué tipo de residuos es probable esperar? • ¿Qué cantidades de residuos se pueden producir dados los escenarios del derrame evaluados en el plan? • ¿Qué pruebas de laboratorio serán necesarias? |
| Hidrocarburos recuperados, mezclas de agua impregnada de hidrocarburos y líquidos | <p>Describir los procedimientos para el manejo de los líquidos impregnados de hidrocarburos, incluidos los de bombeado (de tanques, tuberías, etc.) y skimming.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Proceso inicial 2. Decantación (separación de aceite/agua) 3. Almacenamiento 4. Reciclaje | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se deben manejar y almacenar los residuos líquidos? <p style="text-align: right;"><i>continúa...</i></p> |

Apéndice A: Ejemplo de la estructura de un plan de gestión de residuos de derrames de hidrocarburos (continuación)

| Asunto | Contenido | Preguntas útiles para responderse en la planificación |
|---|--|---|
| Desechos impregnados de hidrocarburos | <p>Describir los procedimientos para el manejo de sólidos impregnados de hidrocarburos recuperados, incluidos los materiales absorbentes, sedimentos o sustratos impregnados de hidrocarburos, EPP, mangueras, etc.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Separación 2. Prueba 3. Contenedores 4. Almacenamiento temporal 5. Quema 6. Transporte | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué método(s) de recolección de residuos impregnados de hidrocarburos se requiere(n) para minimizar la cantidad de los residuos producidos? • ¿Se requiere equipo especial? • ¿Qué EPP se requerirá para el personal que realiza los esfuerzos de limpieza? |
| Material no impregnado de hidrocarburos | <p>Describir los procedimientos para el manejo de sólidos no impregnados de hidrocarburos. Estos son generalmente los residuos que se generan en las instalaciones, como los contenedores y los restos de alimentos, agua y servicios.</p> <p>A menudo, estos siguen los procedimientos del flujo estándar de los residuos (no derrame de hidrocarburos).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles otros residuos no impregnados se producirán de la operación de limpieza, por ejemplo, de las actividades de apoyo como el suministro de alimentos y bebidas y las instalaciones sanitarias? |
| Cadáveres de animales | <p>Describir los procedimientos para manipular los cadáveres (impregnados y no impregnados de hidrocarburos) Generalmente, implica la coordinación con organismo/organismos gubernamentales y, en casos, registros detallados y la cadena de custodia.</p> <p>Generalmente se coordina con los planes y equipos de respuesta a la fauna silvestre.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Existe el riesgo de fauna silvestre impregnada de hidrocarburos? • ¿En qué manera se tratarán los cadáveres de animales? • ¿Existe un grupo local/regional de respuesta a la fauna silvestre? |
| Transporte | <p>De manera ideal, empresas de transporte, contactos, acuerdos, capacidades y límites.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué vehículos están disponibles a nivel local que se pueden utilizar? • ¿Cuáles materiales adicionales se necesitarían para proteger los vehículos de la contaminación por hidrocarburos y evitar la infiltración? • ¿De dónde se obtendrán? • ¿Qué rutas de transporte están disponibles para usarse durante los esfuerzos de respuesta ante derrames de hidrocarburos? • ¿Cuáles recursos naturales o áreas sensibles a lo largo de la ruta de transporte necesitan protección? |
| Instalaciones de eliminación y reciclaje | <p>Identificar las empresas de eliminación y reciclaje, contactos, acuerdos, capacidades y límites.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué instalaciones existen para el tratamiento y la eliminación de residuos impregnados de hidrocarburos? • ¿Está listado con los detalles de contacto y disponible para un equipo de respuesta? • ¿Cuál es la capacidad de su almacenamiento y la tasa de tratamiento de agua en caso de un derrame? • ¿Qué opciones hay disponibles para el reciclaje/reutilización el agua? • ¿Qué factores evitarían el uso de estas opciones y qué implicaciones tiene esto para la recolección/separación de los residuos? <p style="text-align: right;"><i>continúa...</i></p> |

| Asunto | Contenido | Preguntas útiles para responderse en la planificación |
|--|---|---|
| Introducción | <p>Definir la estructura genérica de la cadena de logística; identificar los puntos e umbral en el tamaño de una respuesta a derrames donde influyen en esta estructura genérica.</p> <p>Listar o hacer una referencia cruzada del equipo disponible (instalaciones, empresa, local), capacidades, puntos de contacto y límites para el almacenamiento temporal de residuos, separadores de agua/aceite, instalaciones de laboratorios y pruebas, transporte (agua, tierra y aire, según sea adecuado) y almacenamiento.</p> <p>Definir los requisitos para el almacenamiento temporal de residuos, incluidos los criterios para la selección del sitio, la información de base de referencia requerida, los requisitos de diseño genérico.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Están identificados y disponibles cantidades suficientes de receptáculos de almacenamiento adecuados? • ¿Qué redes de sitios de almacenamiento de residuos serán necesarias? • ¿Se han agregado los sitios adecuados (o ubicaciones no adecuadas) para el almacenamiento <i>in situ</i> a los mapas de sensibilidad de costas y bases de datos de GIS? • ¿Hay suficiente infraestructura para que el establecimiento de sitios de almacenamiento intermedio sea innecesario? • ¿Qué opciones existen para los sitios de almacenamiento intermedio? • ¿Se han identificado los requisitos de diseño general de los sitios de almacenamiento y se ha acordado permitir la implementación rápida? • ¿Qué información de base de comparación se requiere antes de usar los sitios de almacenamiento? |
| Mantenimiento de registros y generación de informes | <p>Definir cuáles registros se necesitan generar, informar y mantener (por ejemplo, por motivos legales, de compensación o para recuperación de costos), incluidos los acuerdos para registrar los residuos generados, transportados (notas de envío) y eliminados.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué registros será necesario generar? (Por ejemplo, cantidades de residuos, notas de envío, análisis de laboratorio) • ¿Cómo se deben guardar estos registros y durante cuánto tiempo? |
| Control y aseguramiento de la operación | <p>Describir cuáles actividades se requieren para asegurar que el trabajo se realice de acuerdo con el plan (por ejemplo, inspecciones, auditorías, medidas de la organización).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué acuerdos de la organización, de inspección y de auditorías se necesitan para garantizar el cumplimiento del plan? |
| Plan de acción | <p>Definir las medidas que se van a tomar para abordar los problemas identificados respecto de cualquiera de los elementos anteriores del plan.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Ha habido algún cambio desde que el plan se desarrolló o desde la última vez que se revisó (por ejemplo, legislación, sitios de tratamiento o eliminación, evaluación de riesgos de derrames de hidrocarburos, etc.)? • ¿Qué significado tienen estos cambios? ¿El plan requiere actualización? • ¿Qué medidas se deben adoptar antes de un derrame para permitir una respuesta eficaz para la gestión de residuos? ¿Qué obstáculos se necesitan superar? ¿Es necesario establecer contratos de consignación? |

Apéndice B Ejemplo de nota de envío de residuos peligrosos

La nota la completan el productor de los residuos, el transportista y las instalaciones de gestión de residuos que los reciben, cada una retiene una copia de la nota completada.

Form HWCN01v111

The Hazardous Waste Regulations 2005: Consignment Note



Environment Agency

PRODUCER'S/HOLDER'S/CONSIGNOR'S COPY (Delete as appropriate)

PART A Notification details

1 Consignment note code:

2 The waste described below is to be removed from (name, address, postcode, telephone, e-mail, facsimile):

3 Premises code (where applicable):

4 The waste will be taken to (name, address and postcode):

5 The waste producer was (if different from 2) (name, address, postcode, telephone, e-mail, facsimile):

PART B Description of the waste If continuation sheet used, tick here

1 The process giving rise to the waste(s) was: 2 SIC for the process giving rise to the waste:

3 WASTE DETAILS (where more than one waste type is collected all of the information given below must be completed for each EWC identified)

| Description of waste | List of wastes (EWC code)(6 digits) | Quantity (kg) | The chemical/biological components in the waste and their concentrations are: | | Physical form (gas, liquid, solid, powder, sludge or mixed) | Hazard code(s) | Container type, number and size |
|----------------------|-------------------------------------|---------------|---|----------------------------|---|----------------|---------------------------------|
| | | | Component | Concentration (% or mg/kg) | | | |
| | | | | | | | |

The information given below is to be completed for each EWC identified

| EWC code | UN identification number(s) | Proper shipping name(s) | UN class(es) | Packing group(s) | Special handling requirements |
|----------|-----------------------------|-------------------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| | | | | | |

PART C Carrier's certificate

(If more than one carrier is used, please attach schedule for subsequent carriers. If schedule of carriers is attached tick here.)

I certify that I today collected the consignment and that the details in A2, A4 and B3 are correct and I have been advised of any specific handling requirements.

Where this note comprises part of a multiple collection the round number and collection number are:

/

1 Carrier name:
On behalf of (name, address, postcode, telephone, e-mail, facsimile):

2 Carrier registration no./reason for exemption:

3 Vehicle registration no. (or mode of transport, if not road):

Signature Date Time

PART D Consignor's certificate

I certify that the information in A, B and C has been completed and is correct, that the carrier is registered or exempt and was advised of the appropriate precautionary measures. All of the waste is packaged and labelled correctly and the carrier has been advised of any special handling requirements.

I confirm that I have fulfilled my duty to apply the waste hierarchy as required by Regulation 12 of the Waste (England and Wales) Regulations 2011.

1 Consignor name:
On behalf of (name, address, postcode, telephone, e-mail, facsimile):

Signature Date Time

PART E Consignee's certificate (where more than one waste type is collected all of the information given below must be completed for each EWC)

| Individual EWC code(s) received | Quantity of each EWC code received (kg) | EWC code accepted/rejected | Waste management operation (K or D code) |
|---------------------------------|---|----------------------------|--|
| | | | |

1 I received this waste at the address given in A4 on: Date Time

2 Vehicle registration no. (or mode of transport if not road): Name:

3 Where waste is rejected please provide details: On behalf of (name, address, postcode, telephone, e-mail, facsimile):

I certify that waste permit/exempt waste operation number:

authorises the management of the waste described in B at the address given in A4.

Where the consignment forms part of a multiple collection, as identified in Part C, I certify that the total number of consignments forming the collection are:

Signature Date Time

HWCN01v111

Terminología y abreviaturas

| | |
|--|--|
| AFFF | Espumas formadoras de película acuosa |
| CEDRE | Centre de documentation, de recherche, et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (Centro de documentación, investigación y experimentación en contaminación accidental del agua) |
| FFFP | Fluoroproteína formadora de película |
| ITOPF | International Tanker Owners Pollution Federation |
| Mejor opción medioambiental practicable (BPEO, por sus siglas en inglés) | Para un conjunto de objetivos determinados, es la opción que ofrece más beneficios o el menor daño al medio ambiente, en su conjunto, a un costo aceptable, tanto a largo como a corto plazo. |
| Mejor técnica disponible (BAT, por sus siglas en inglés) | La tecnología y/o la práctica de operación más efectiva para lograr un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto, sujeta a la disponibilidad y a un examen de costo/beneficio. |
| PPE | Equipo de protección personal |
| WMP | Plan de gestión de residuos |

Agradecimientos

Se agradece profundamente la asistencia de Hudson Ord Associates para la producción de este documento.

Agradecemos a las siguientes organizaciones por sus aportaciones a este documento:

Centre de documentation, de recherche, et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE)

International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF)

UK Maritime Coastguard Agency (MCA)

Oil Spill Response Limited (OSRL)

Owens Coastal Consultants Ltd

IPIECA

IPIECA es la asociación de la industria global de hidrocarburos y del gas para cuestiones medioambientales y sociales. Desarrolla, comparte y fomenta las buenas prácticas y el conocimiento para ayudar a la industria a mejorar su desempeño medioambiental y social; y es el canal de comunicación principal que la industria tiene con las Naciones Unidas. A través de sus grupos de trabajo dirigidos por miembros y del liderazgo de sus directivos, IPIECA reúne la experiencia técnica colectiva de las compañías y asociaciones del petróleo y del gas. Su posición única dentro de la industria permite a sus miembros responder con eficacia a los principales asuntos medioambientales y sociales.

www.ipieca.org



IOGP representa a la industria procesadora de materias primas del petróleo y del gas ante organizaciones internacionales como la Organización Marítima Internacional, los convenios de mares regionales del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y otros grupos que se encuentran bajo el auspicio de las Naciones Unidas. A nivel regional, IOGP es el representante de la industria ante la Comisión Europea y el Parlamento Europeo y la Comisión OSPAR para el Nordeste atlántico. Igualmente importante es el papel de IOGP en la elaboración de las mejores prácticas, especialmente en las áreas de salud, seguridad, medio ambiente y responsabilidad social.

www.iogp.org

